SONY
Tektronix
ソニー・テクトロニクス

インストラクション・マニュアル

取扱説明書

P／N 070-4207-90

2235型

100MHz

ポータブル・オシロスコープ

保　証

納入後１年間、通常の取り扱いによって生じた故障は保証致します。

修理・校正についてのお問合せは、
カストマ・サービス部門

東　京・TEL・ 03―448―4711
仙　台・TEL・0222―67―2181
土　浦・TEL・0298―24―2602
（茨城、栃木県のみ）
多　摩・TEL・0425―73―2111
厚　木・TEL・0462―28―6768
名古屋・TEL・052―581―3547
大　阪・TEL・ 06―947―0321
福　岡・TEL・092―472―2626

で承ります。

なお、ご連絡の場合は、型名、故障の状況を簡単にお知らせ下さい。

仕様は、変更がある場合もございますので、あらかじめご了承下さい。

© 1983, SONY/TEKTRONIX CORPORATION
Authorized Translation of Original English Text
© 1982, TEKTRONIX, INC.
● 不許複製
● 昭和58年６月　初版発行

目　次

図……ii
表……ii
安全なご使用のために……iii

はじめに……1

ご使用になる前に……1
　安全の確認……1
　電源電圧……1
　電源コード……1
　電源ヒューズ……1
　機器の放熱……1

コントロール、コネクタ、インジケータ……3
　電源、表示、プローブ補正……3
　垂直軸……4
　水平軸……5
　トリガ……6
　後部パネル……8

操作の前に……9
　目盛……9
　接地……9
　信号の接続……9
　入力結合キャパシタのプリチャージ……9

オペレータによる調整……10
　トレース・ローテーション……10
　プローブ補正……10

基本操作……12
　はじめに……12
　ベースライン・トレース……12
　信号の表示……13

応用測定……18
　主掃引測定……18
　　ＡＣピーク間電圧……18
　　瞬時ＤＣ電圧……19
　　代数和……20
　　同相除去……21
　　時間間隔……21
　　周波数……22
　　立上がり時間……22
　　２つのパルス間の時間差……23
　　位相差……23
　　振幅の比較……24
　　時間の比較……25
　　ＴＶライン信号……26
　　ＴＶフィールド信号……27

　遅延掃引による拡大……27
　　遅延拡大掃引……27
　　パルス・ジッタ時間測定……28
　　トリガ拡大掃引……28

　遅延掃引時間測定……29
　　連続パルスの繰り返し時間……29
　　立上がり時間……30
　　２つのパルス間の時間差……31

図

１．オプションの電源コード……2
２．ＡＣ電源入力部……2
３．電源、表示、プローブ補正……3
４．垂直軸……4
５．水平軸……5
６．トリガ……6
７．後部パネル・コネクタ……8
８．目盛……9
９．プローブ補正……11
10．基本操作の接続方法……13
11．ＡＣピーク間電圧……18
12．瞬時ＤＣ電圧……19
13．代数和……20
14．同相除去……21
15．時間間隔……22
16．立上がり時間……22
17．２つのパルス間の時間差……23
18．位相差……24
19．高分解能位相差……25
20．遅延拡大掃引……28
21．パルス・ジッタ……28
22．連続パルスの繰り返し時間……29
23．DELAY TIME POSITIONコントロールの設定……30
24．立上がり時間（遅延掃引利用）……30
25．２つのパルス間の時間差（遅延掃引利用）……31

表

１．接続機器……12

安全なご使用のために

この章では、オペレータの方に安心してご使用いただけるように、2235型を取り扱う際の注意事項について述べられています。

電源

本機器は電源コードの線間、あるいは電源コードとグランド間が250 Vrmsまでの電源電圧で作動できます。安全なご使用のため、電源コードは必ず保護用接地端子付きのコンセントに接続して下さい。

接地

本機器は電源コードのグランド・ラインにより接地されます。接地が十分に行われていないと電気的ショックを受けることがあり危険です。電気的ショックを避けるため、他の機器との接続を行う前にグランド・ライン付きの電源コードを保護用接地端子のあるコンセントに差し込んで下さい。

グランド・ラインの欠損

保護用グランド・ラインの欠損等により接地端子に接続されない場合、本機器の金属部分以外のつまみやボタン等からでも電気的ショックを受けることがあり危険です。

電源コードとプラグ

機器に適合する、故障のない電源コードとプラグを使用して下さい。

ヒューズ

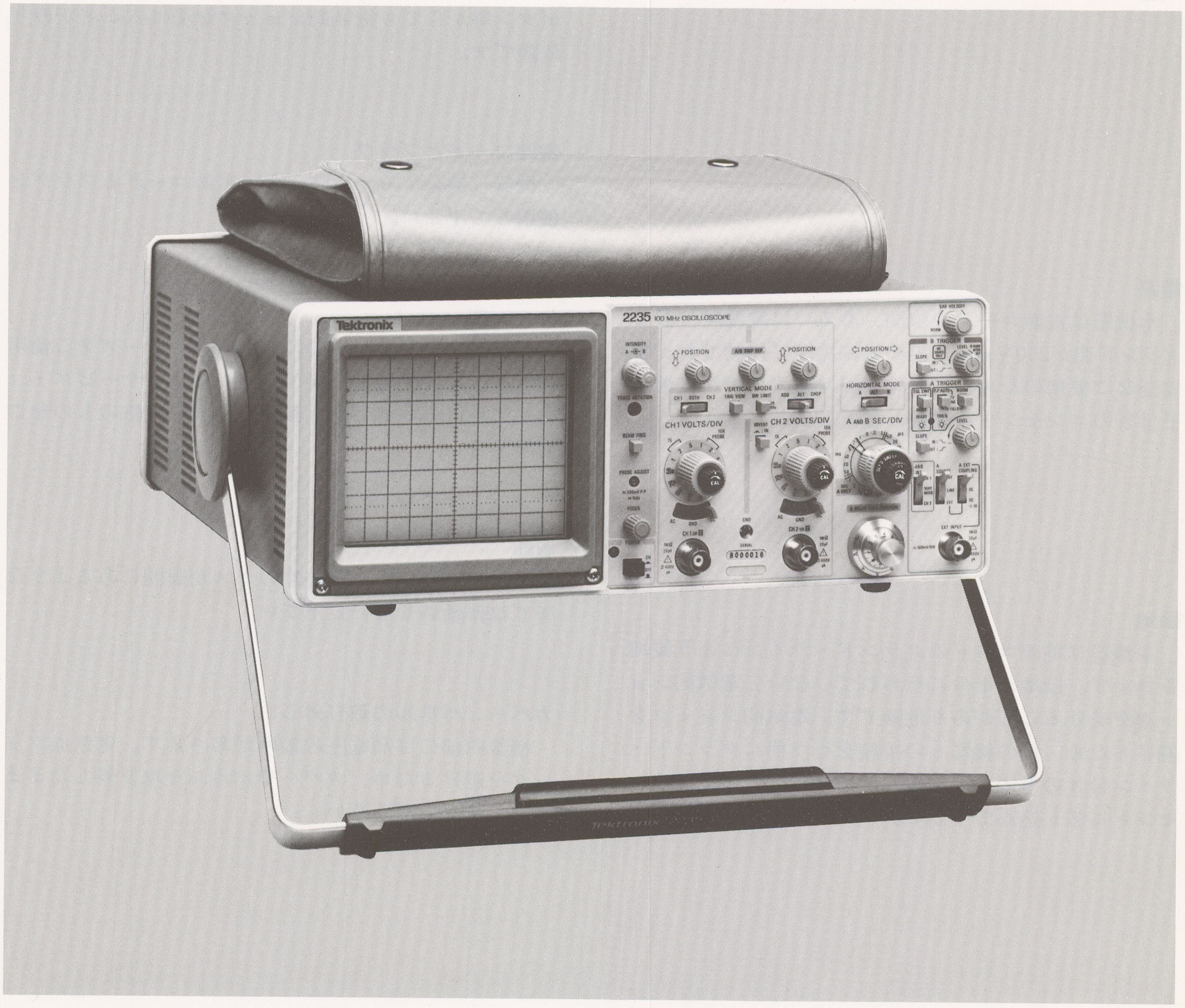
損傷を防ぐため、機器に適合したヒューズをご使用下さい。ヒューズを交換する際には英文サービス・マニュアルにある部品表を参照し、同じ規格のものをご使用下さい。

周囲

危険防止のため、爆発性のガスが周囲にあるような所では作動させないで下さい。

カバー、パネルの取り外し

機器内部には高電圧の箇所があります。電気的ショックを避けるため、カバーやパネルを取り外したまま作動させないで下さい。



2235型　オシロスコープ

はじめに

2235型は垂直軸２チャンネル、周波数帯域DC～100MHzを持ち、８×10㎝の管面に明るく鮮明な表示のできるCRTを備えた軽量、頑健なポータブル・オシロスコープです。垂直軸の校正感度は2mV／div～5V／divとなっています。トリガ回路は全周波数帯域にわたり安定したトリガをかけられます。また水平軸は校正掃引率が0.5s／div～50ns／divとなっていて、遅延掃引付きなので高精度の比較測定が簡単に行えます。さらに×10拡大器を使用すると、最高掃引率の5ns／divが得られます。

ご使用になる前に

安全の確認

2235型をご使用になる前に、本マニュアルの冒頭にある「安全なご使用のために」の章をご覧になり、安全性の確認を行って下さい。また本機器を電源に接続する前に、次の「電源電圧」、「電源コード」、「電源ヒューズ」をお読みになり、各項目ごとにそれぞれ十分な安全性の確認を行って下さい。

電源電圧

本機器は周波数48～440Hz、電圧90～250Ｖの範囲のＡＣ電源で作動します。

電源コード

本機器には保護用グランド・ラインのある３線式の電源コードとプラグが用いられています。外面の金属部分は、電源コードとプラグのグランド・ラインにより電源の保護用接地端子に接続されます。感電事故を防ぐため、必ず保護用接地端子のあるコンセントにプラグを差し込んで下さい。

オプションの電源コードについては図１をご参照下さい。詳細につきましては当社エンジニアまでお問い合わせ下さい。

電源ヒューズ

次の手順に従って、後部パネルにあるヒューズ・ホルダに適正なヒューズ(１A、250V、slow-blow型)が取り付けられていることを確認します(図２参照)。

1．電源コードをコンセントから抜きます。

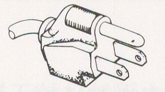
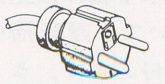
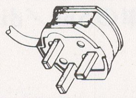
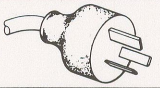
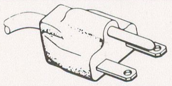
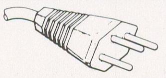
2．ヒューズ・ホルダのキャップを押し込みながらわずかに左に回すとキャップが外れます。

3．キャップとヒューズをホルダから引き出し、ヒューズに記されている規格を確認します。

4．上記の逆の手順に従って、キャップとヒューズを元に戻します。

機器の放熱

キャビネットの側面と後部に放熱用の空気穴があります。使用中、空気穴は絶対にふさがないで下さい。

プ　ラ　グ	主な使用地域	標準電圧	適合規格	オプション名
	北アメリカ 120V/15A	120V	ANSI C73.11 NEMA 5-15-P IEC 83	標準型
	ヨーロッパ 240V/10-16A	240V	CEE (7),II,IV,VII IEC 83	A1
	イギリス 240V/13A	240V	BS 1363 IEC 83	A2
	オーストラリア 240V/10A	240V	AS C112	A3
	北アメリカ 240V/15A	240V	ANSI C73.20 NEMA 6-15-P IEC 83	A4
	スイス 220V/6A	220V	SEV	A5

規格名
- ANSI — American National Standards Institute
- AS — Standards Association of Australia
- BS — British Standards Institution
- CEE — International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment
- IEC — International Electrotechnical Commission
- NEMA — National Electrical Manufacturer's Association
- SEV — Schweizevischer Elektrotechischer Verein

図 1　オプションの電源コード

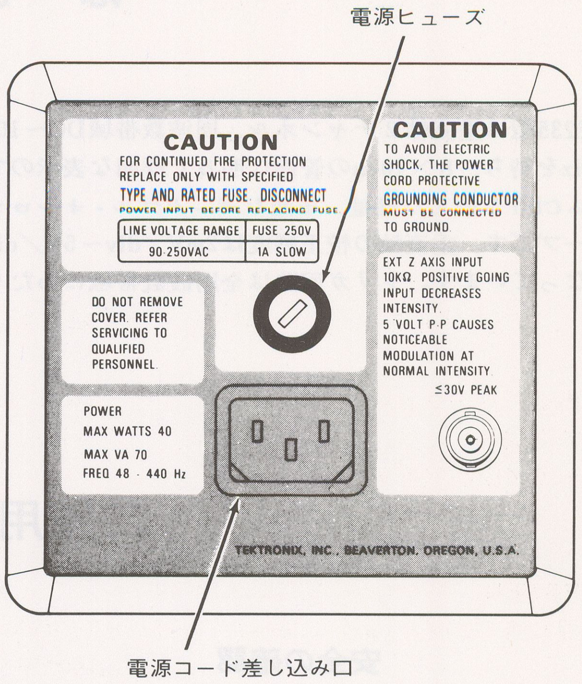


図 2　AC電源入力部

コントローラ、コネクタ、インジケータ

この章では2235型の持つ各コントロール、コネクタ、インジケータの基本的機能について述べています。

電源、表示、プローブ補正（図3参照）

①内部目盛――トレースと目盛間の視差による測定誤差を減らします。目盛の左端には立上がり時間測定用の％表示があります。

②POWERスイッチ――電源のオン、オフを行います。押し込んでON、もう1度押すとOFFとなります。

③電源インジケータ――電源がオンの時に点燈するLED表示のインジケータです。

④FOCUS コントロール――鮮明な表示が得られるように調整します。

⑤PROBE ADJ コネクタ――約0.5V／1kHzの負の方形波出力コネクタです。電圧プローブの補正と、機器の垂直軸動作のチェックを行います。垂直軸ゲインや時間軸の校正精度の確認はできません。

⑥BEAM FIND スイッチ――押し込むと、管面から外れていた表示が圧縮され、一定の輝度で管面内に現われてきます。

⑦TRACE ROTATION コントロール――トレースと中央の水平軸目盛が平行になるようにドライバで調整します。

⑧A/B INTENSITY コントロール――A掃引、B掃引の管面表示輝度を調整します。

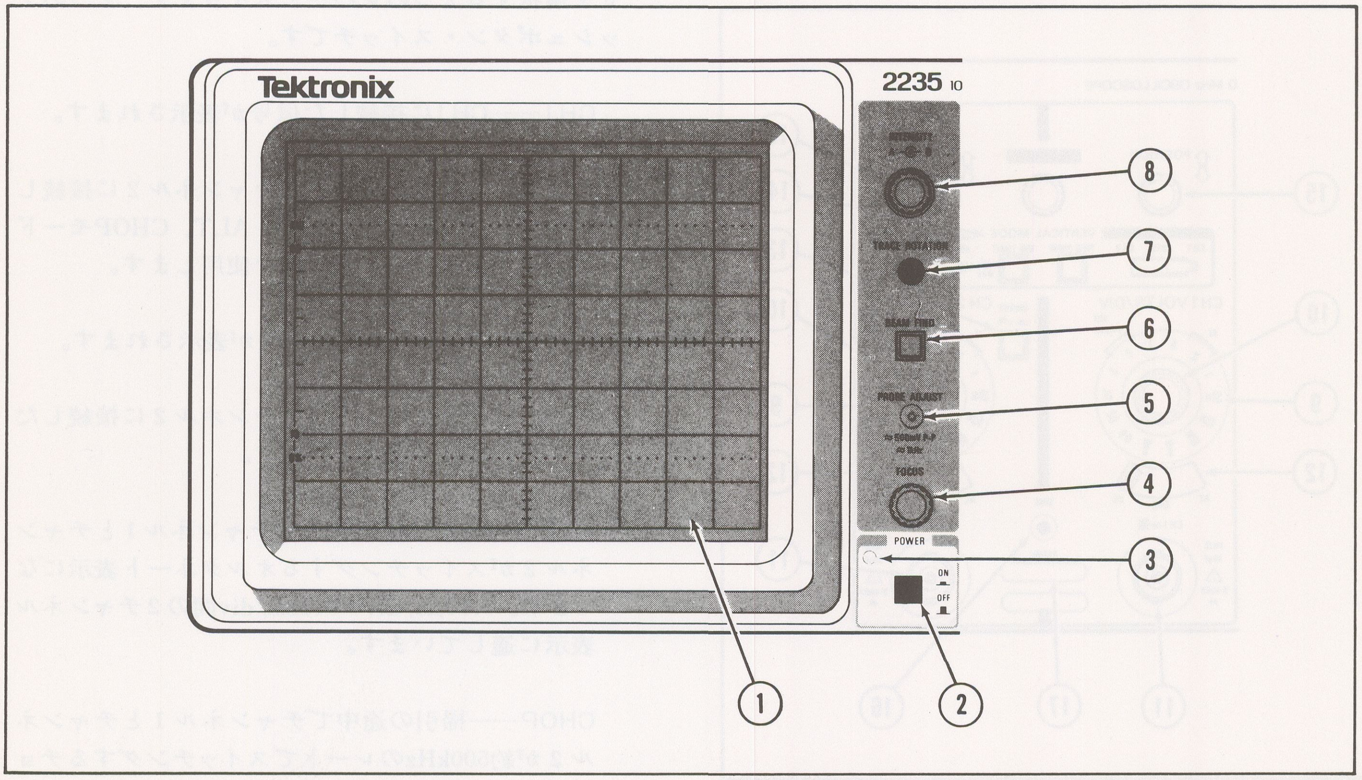


図3　電源、表示、プローブ補正

垂直軸（図４参照）

⑨CH1、CH2 VOLTS/DIVスイッチ――垂直軸偏向感度を１―２―５ステップで切り替えます。校正された設定感度を得るには、VOLTS/DIV可変コントロールを右回しいっぱいの校正位置にしておきます。

1X――１：１のプローブか、同軸ケーブルを用いた場合の垂直軸感度を表示します。

10X PROBE――10：１のプローブを用いた場合の垂直軸感度を表示します。

⑩VOLTS/DIV可変コントロール――左方向に回すと、垂直軸のVOLTS/DIVスイッチによる各設定感度間が連続的に可変できます。

⑪CH1 OR X／CH2 OR Yコネクタ――垂直軸増幅器に外部から信号を入力します。X−Yモードでは、CH1 OR Xへの入力信号が水平方向の、また CH2 OR Yへの入力信号が垂直方向の偏向になります。

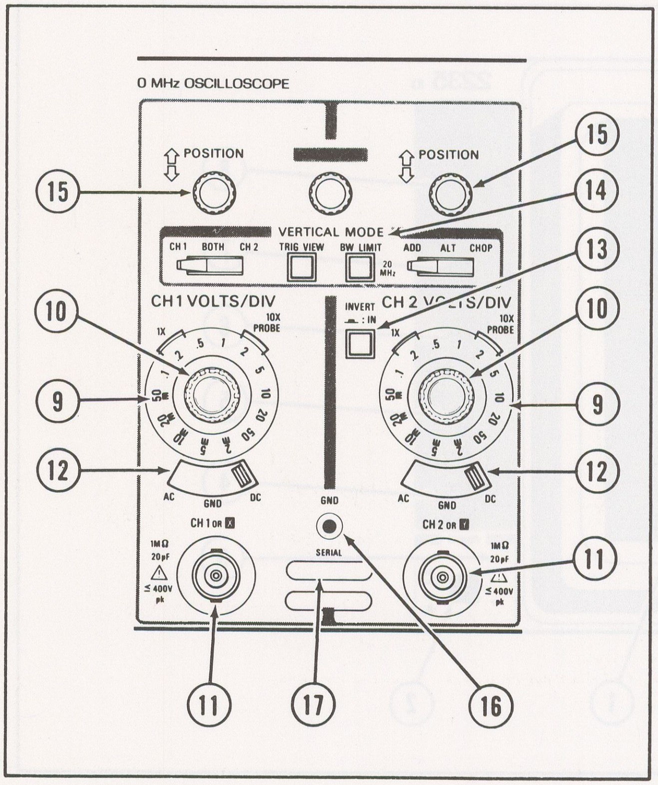


図４　垂直軸

⑫入力結合スイッチ(AC―GND―DC)――入力信号を垂直軸増幅器に結合する方法を選択します。

AC――入力信号はキャパシタを通して結合され、DC成分は阻止されます。低域の−３dB減衰点は約10Hzです。

GND――垂直軸増幅器の入力がグランドに落とされ、ゼロ・リファレンスを表示します。但し、入力信号はグランドに落とされることはありません。この位置では、入力キャパシタのプリチャージが行われています。

DC――入力信号の全周波数成分が結合されます。

⑬INVERTスイッチ――チャンネル２の表示波形をインバート(極性反転)させます。もう１度押すと解除され、元の極性に戻ります。

⑭VERTICAL MODEスイッチ――垂直軸の動作モードを選択する２つのレバー・スイッチと、２つのプッシュボタン・スイッチです。

CH1――CH1に接続した信号が表示されます。

BOTH――チャンネル１とチャンネル２に接続し信号が表示されます。ADD、ALT、CHOPモードを設定する場合、この位置を使用します。

CH2――CH2に接続した信号が表示されます。

ADD――チャンネル１とチャンネル２に接続した信号の代数和が表示されます。

ALT――１回の掃引ごとにチャンネル１とチャンネル２がスイッチングするオルタネート表示になります。0.05μs/div～0.2ms/div間の２チャンネル表示に適しています。

CHOP――掃引の途中でチャンネル１とチャンネル２が約500kHzのレートでスイッチングするチョップ表示になります。0.5ms/div～0.5s/div間の２チャンネル表示に適しています。

TRIG VIEW――A SOURCEスイッチの設定に従って、Aトリガ回路の信号をサンプルとして表示できます。このボタンを押している間、他の信号表示は行われません。

BW LIMIT――垂直軸増幅器の周波数帯域を約20 MHzに制限します。もう1度押すと解除され、100 MHzの帯域に戻ります。低周波信号の測定をする際、好ましくない高周波干渉を軽減します。

⑮POSITIONコントロール――管面表示の垂直位置を設定します。SEC/DIVスイッチがX－Yの位置にある場合、チャンネル2のPOSITIONコントロールで垂直方向(Y軸)の、また水平軸のPOSITIONコントロールで水平方向(X軸)の位置設定が行えます。

⑯GNDコネクタ――2235型のシャーシ・グランドに接続されています。

⑰SERIALとオプション表示――2235型の製造番号と、オプション付きの場合、オプション名が押印されます。

水平軸 (図5参照)

⑱A AND B SEC/DIVスイッチ―― AとBの掃引率を1―2―5ステップで切り替えます。校正された設定感度を得るには、A AND B SEC/DIV可変コントロールは右回しいっぱいの校正位置にしておきます。

A SEC/DIV――透明プラスチックのつまみに記された2本の黒線内に掃引率が示されます。遅延掃引測定ではB DELAY TIME POSITIONコントロールと共に用い、遅延時間の設定も行います。

B SEC/DIV――DLY'D SWEEP PULLつまみを引き、つまみに記された白線が、設定したいB掃引率の位置になるまで回します。B掃引は遅延掃引測定のみに用います。

⑲A AND B SEC/DIV可変コントロール――A掃引率を少なくとも2.5倍まで連続可変でき、スイッチを最も遅い掃引率に設定した場合、1.25s/divの掃引率も得られます。

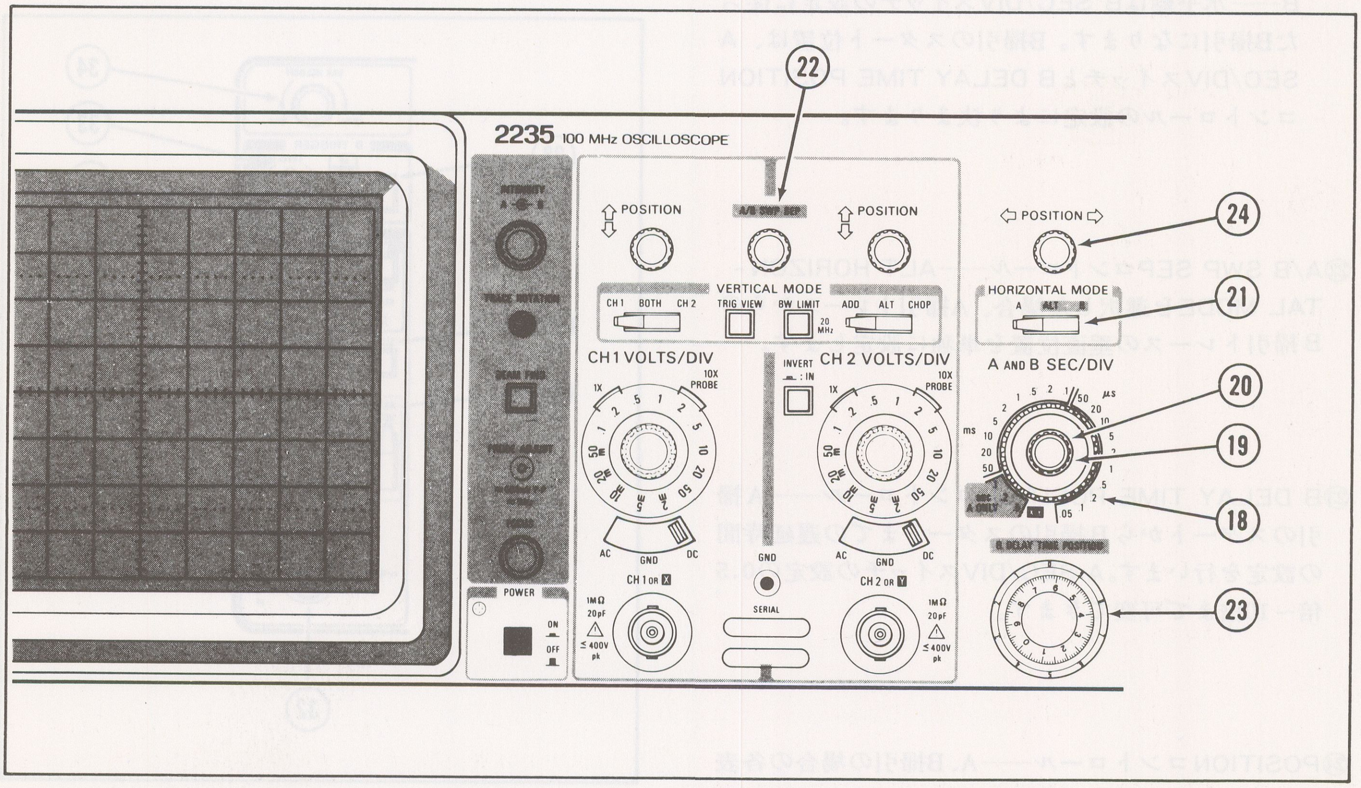


図5 水平軸

⑳X10拡大スイッチ――A AND B SEC/DIV可変コントロールつまみを引き出すと10倍の掃引率が得られます。A AND B SEC/DIVスイッチの0.05μsの位置で最高掃引率5ns/divになります。つまみを押し込むと、通常の掃引に戻ります。

㉑HORIZONTAL MODEスイッチ――水平軸の動作モードを選択するレバー・スイッチです。

A――水平軸はA SEC/DIVスイッチの設定に従ったA掃引になります。

ALT――A掃引とB遅延掃引とのオルタネート表示になります。B掃引部分はA掃引上に輝度変調された形でも表示されます。A掃引率はA SEC/DIVスイッチで設定します。A掃引上に輝度変調された部分の長さ(B掃引率)はB SEC/DIVスイッチで設定します。

B――水平軸はB SEC/DIVスイッチの設定に従ったB掃引になります。B掃引のスタート位置は、A SEC/DIVスイッチとB DELAY TIME POSITIONコントロールの設定により決まります。

㉒A/B SWP SEPコントロール――ALT HORIZONTAL MODEを選択した場合、A掃引トレースからのB掃引トレースの垂直位置を単独に設定します。

㉓B DELAY TIME POSITIONコントロール――A掃引のスタートからB掃引のスタートまでの遅延時間の設定を行います。A SEC/DIVスイッチの設定の0.5倍~10倍まで可変できます。

㉔POSITIONコントロール――A、B掃引の場合の各表示、またはX－Yモードの場合のX軸表示の水平位置を設定します。

トリガ (図6参照)

㉕A TRIGGER MODEスイッチ――A掃引のトリガ・モードを選択する3つのプッシュボタン・スイッチです。

SGL SWP RESET――単掃引表示に備えてA掃引回路をアーミングします。各トリガ信号ごとに1回の掃引が行われるだけで、回路上の動作としてはNORMと同様です。次の掃引は、もう1度このボタンを押してA掃引回路をリセットすることにより得られます。このモードは繰り返し性のない信号や、振幅、波形、周期の変化する不安定な信号の写真撮影に便利です。

P-P AUTO-TV LINE――約20Hz以上の繰り返し波形、およびテレビ・ラインにトリガをかけます。トリガ信号がなかったり、20Hz以下の繰り返し信号の場合、掃引はフリーラン状態になります。A TRIGGER LEVELコントロールのレンジは、トリガ信号のピーク間のレンジに制限されます。

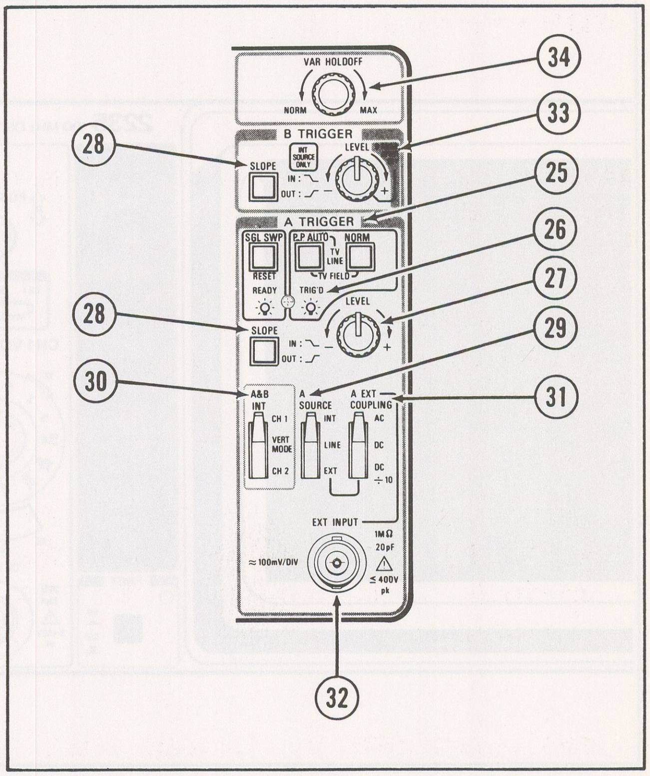


図6　トリガ

NORM——トリガ信号により掃引が開始します。トリガ信号がない場合、ベースラインは表示されません。

TV FIELD——P-P AUTOとNORMを共に押し込むとテレビ・フィールド信号にトリガをかけることができます。

㉖TRIG'D READYインジケータ——P-P AUTO、またはNORMの設定で、A掃引にトリガのかかった時に点燈します(TRIG'D)。SGL SWP RESETの設定では単掃引に備え、Aトリガ回路でアーミングされた時に点燈します(READY)。

㉗A TRIGGER LEVELコントロール——掃引がトリガされる振幅点を設定します。

㉘SLOPEスイッチ——正方向、または負方向のトリガ信号スロープを選択します。

㉙A SOURCEスイッチ——Aトリガ回路の入力に結合されるトリガ信号源を選択します。

INT——CH1 OR X、CH2 OR Y入力コネクタに接続した信号がトリガ源になります。A&B INTスイッチでトリガ信号を選択できます。

LINE——AC電源からサンプルした信号がトリガ源になります。この位置は入力周波数が電源周波数の整数倍、または整数分の1の時間関係にあるような場合に用いられます。

EXT——EXT INPUTコネクタに接続した信号がトリガ源になります。

㉚A&B INTスイッチ——A SOURCEスイッチがINT位置にある場合、内部トリガ源を選択します。

CH1——CH1 OR X入力コネクタに接続した信号がトリガ源になります。

VERT MODE——VERTICAL MODEスイッチで選択した表示信号が内部トリガ源になります。

CH2——CH2 OR Y入力コネクタに接続した信号がトリガ源になります。

㉛A EXT COUPLINGスイッチ——外部信号をEXT INPUTコネクタからAトリガ回路に結合する方法を選択します。

AC——キャパシタを通して60Hz以上の信号をAトリガ回路の入力に結合します。DC成分を阻止し、60Hz以下の信号は減衰します。

DC——信号の全成分をAトリガ回路に結合します。この位置は低周波信号や、低繰り返し信号の表示に便利です。

DC÷10——外部トリガ信号が1/10に減衰します。信号の全周波数成分がAトリガ回路に結合されます。

㉜EXT INPUTコネクタ——外部信号をA EXT COUPLINGスイッチを通してAトリガ回路に接続するための入力コネクタです。

㉝B TRIGGER LEVELコントロール——掃引がトリガされる振幅点を設定します。右回しいっぱいのB RUNS AFTER DLYの位置では、A SEC/DIVスイッチとB DELAY TIME POSITIONコントロールで設定された遅延時間経過直後にB掃引が開始します。

㉞VAR HOLDOFFコントロール——各掃引間のホールドオフ時間を連続的に可変でき、少なくとも10倍までは拡大できます。このコントロールにより、複雑なデジタル波形のように周期性を持たない信号にもトリガをかけられます。

後部パネル（図7参照）

㉟EXT Z-AXISコネクタ――外部信号をZ軸増幅器に接続し、管面表示に輝度変調をかけます。外部信号による表示波形そのものへの影響はありません。立上がり／立下がり時間が速いほど輝度の変化が見分けやすい状態になり、5Vp-p信号で明確な輝度変調が起こります。安定した管面表示を得るため、Z軸信号は表示に対し時間関係を持たなければなりません。

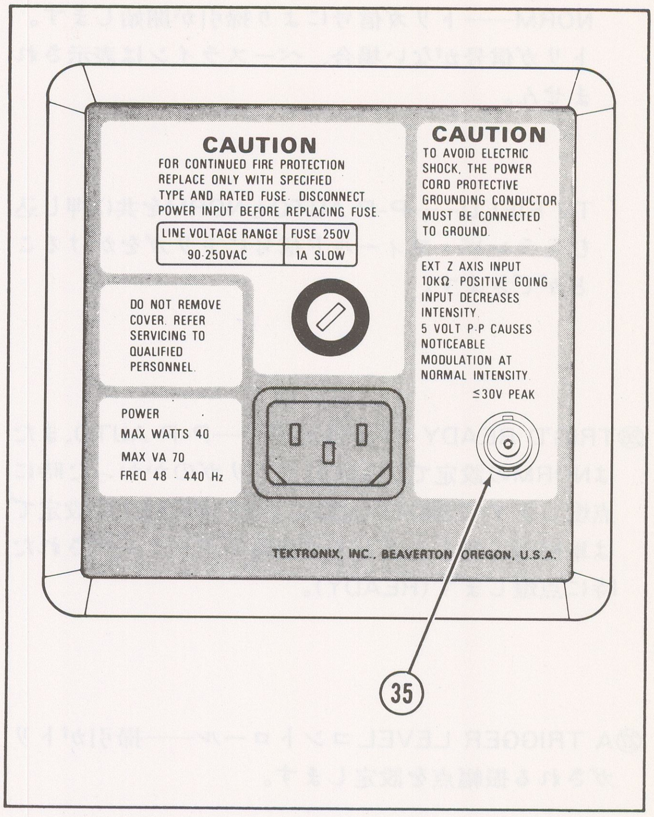


図7　後部パネル・コネクタ

操　作　の　前　に

目　盛

CRT目盛はフェースプレートの内側から刻まれているので、視差のない正確な測定が行えます(図8参照)。管面は目盛により垂直軸8、水平軸10に均等分割されています。さらにそれぞれの目盛は、小さく5つに分割されています。垂直軸と水平軸は目盛により校正されているので、管面から直接正確な測定が行えます。また、目盛の左端には立上がり／立下がり時間測定のための％表示があります。

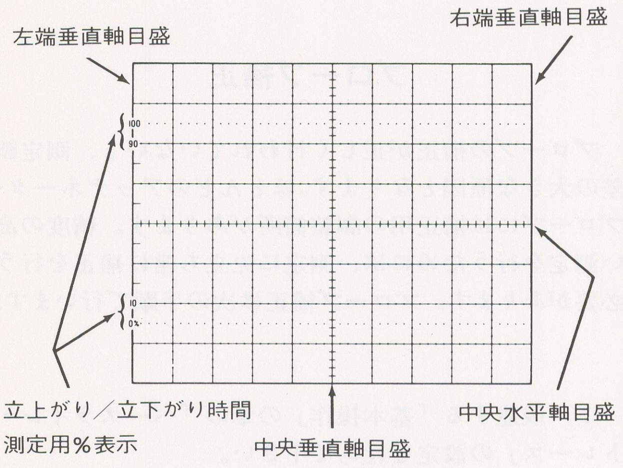


図8　目盛

接　地

2235型と接続する測定機器類は信号用のリード線やプローブの他に、共通の基準電位を持ったグランド・リードで接続しなければ信頼性の高い信号測定は行えません。プローブのグランド・リードを使うのが最適な接地方法で、信号線に対し最もシールド効果があります。前面パネルには独立した接地端子があります。

信号の接続

通常、入力信号を機器に接続するにはプローブが最も広く用いられています。プローブには電磁波による干渉を受けにくいようにシールドが用いられていて、特にスタンダード・アクセサリとして付属している10:1のプローブを使用した場合、高いインピーダンスが得られるので測定回路への負荷を軽減することができます。このため、測定を行っている最中でも外部からの影響を受けることは少なく、通常とほとんど変わらない状態で回路を動作させることができます。

信号を入力コネクタに接続するにはケーブルも用いられますが、表示波形の精度に多大な影響を及ぼします。高品質、低損失の同軸ケーブルを使用して、入力信号の周波数特性が変化を受けないようにします。同軸ケーブルを使用する際、両端をそれぞれの特性インピーダンスで終端させる必要があります。終端できない場合、適切なインピーダンス整合装置を用います。

入力結合キャパシタのプリチャージ

入力結合スイッチがGNDの位置にある場合、入力信号は結合キャパシタと1MΩ抵抗の直列回路を通してグランドに接続され、結合キャパシタに対するプリチャージ回路が形成されます。この回路により入力結合キ

ャパシタは、プローブに加えられた信号のDC電圧平均レベルに保たれます。このため、入力結合スイッチをGNDからACに切り替えた時に過大な電圧トランジェントが増幅器の入力に加わることがありません。プリチャージ回路は、また、結合キャパシタの充電中に外部回路から流れ込む電流レベルを低減させることにより、外部回路に対する保護手段を与えます。

プローブ・チップを今までとは異なるDCレベル、特にVOLTS/DIVスイッチの設定の10倍以上のレベル差を持つ信号源に接続する際は次の手順に従って行います。

1. AC—GND—DCスイッチをGND位置にします。

2. プローブ・チップを前面パネルのGNDコネクタに差し込みます。

3. そのまま、入力キャパシタが放電されるまで数秒待ちます。

4. プローブ・チップを信号源に接続します。

5. そのまま、入力キャパシタが充電されるまで数秒待ちます。

6. AC—GND—DCスイッチをAC位置にします。波形が現われて信号のAC成分が測定できます。

オペレータによる調整

トレース・ローテーション

通常、ベースライン・トレースは水平軸目盛線と平行になっているのでトレース・ローテーションの調整の必要はありません。調整が必要な場合は次のように行います。

1. 後述する「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. チャンネル1のPOSITIONコントロールで、ベースライン・トレースを中央の水平軸目盛位置に設定します。

3. トレースが中央の水平軸目盛と平行でない場合、調整用ドライバでTRACE ROTATIONコントロールを調整して平行にします。

プローブ補正

プローブの補正が正しく行われていないと、測定誤差の大きな原因となります。ほとんどのアッテネータ・プローブには補正用の調整箇所があります。精度の高い測定を行うためには、測定に先立ち常に補正を行う必要があります。プローブ補正は次の手順で行います。

1. 後述する「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. スタンダード・アクセサリの10：1プローブを2本用意し、それぞれCH1とCH2入力に接続します。

3. VOLTS/DIVスイッチを0.1(10X)に切り替え、AC—GND—DCスイッチはDC位置とします。

4．CH1 VERTICAL MODEを選択し、チャンネル1のプローブ・チップをPROBE ADJUST出力に接続します。

5．約1kHzの方形波が表示されます（「基本操作」参照）。

6．A SEC/DIVスイッチで校正用信号を数サイクル表示させます。チャンネル1のPOSITIONコントロールで垂直方向の中央位置に表示を設定します。

7．波形のオーバシュート、ロールオフをチェックします（図9参照）。必要に応じてプローブの補正を行い、波形の上部が平坦になるようにします。詳しくはプローブの取扱説明書をご覧下さい。

8．チャンネル2についても以上の手順で補正が行えます。

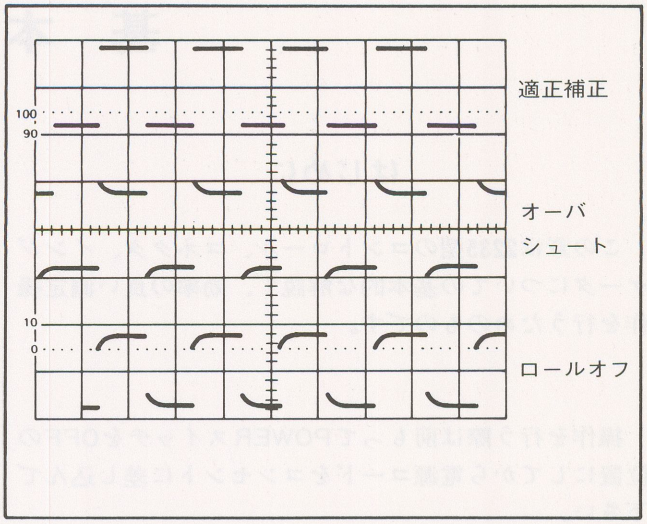


図9　プローブ補正

基　本　操　作

はじめに

この章は2235型のコントロール、コネクタ、インジケータについての基本的な解説で、効率の良い測定操作を行うためのものです。

操作を行う際は前もってPOWERスイッチをOFFの位置にしてから電源コードをコンセントに差し込んで下さい。

操作中、不適当な表示や指示通りでない動作を発見した場合、まず接続機器が正しく操作されているかどうかをお確かめ下さい。修理や調整が必要な場合は当社エンジニアまでお問い合わせ下さい。

この章で使われている接続機器については**表1**をご参照下さい。

ベースライン・トレース

ベースライン・トレースを得るために、次のように設定します。

表1　接続機器

機器	規格・詳細
方形波ゼネレータ	信号振幅：2mV～50V。 出力信号：1kHz方形波。 FAST RISE繰り返し率：1kHz～100kHz。 信号振幅：100mV～1V。
デュアル・カップラ	コネクタ：BNC型。
ケーブル（2本）	インピーダンス：50Ω。 長さ：42インチ。コネクタ：BNC型。
アダプタ	コネクタ：BNC型。
ターミネーション	インピーダンス：50Ω。 コネクタ：BNC型。

1．前面パネル

表示

A、B INTENSITY	左回しいっぱい（最小）
FOCUS	中央

垂直軸（両チャンネル共に）

AC—GND—DC	AC
VOLTS/DIV	50m（1X）
VOLTS/DIVの可変コントロール	右回しいっぱいの校正位置
VERTICAL MODE	CH1
BW LIMIT	オフ（押し込まない位置）
INVERT	オフ（押し込まない位置）
POSITION	中央

水平軸

A AND B SEC/DIV	A、B共に0.5msでロック
A AND B SEC/DIVの可変コントロール	右回しいっぱいの校正位置
HORIZONTAL MODE	A
X10拡大器	オフ（可変コントロールつまみを押し込んだ位置）
POSITION	中央
B DELAY TIME POSITION	左回しいっぱい
A/B SWP SEP	中央

Aトリガ

VAR HOLDOFF	NORM（左回しいっぱい）
モード	P-P AUTO
SLOPE	OUT：_/¯
LEVEL	中央
A&B INT	VERT MODE
A SOURCE	INT
A EXT COUPLING	AC

Bトリガ

SLOPE	OUT：_/¯
LEVEL	右回しいっぱい

2．POWERスイッチを押しONにします。予熱時間は20分必要です。

3．A INTENSITYコントロールで適当な輝度まで上げて行きます。

4．垂直／水平軸のPOSITIONコントロールで、トレースを管面の中央位置に設定します。

注

通常、トレースは水平軸目盛の中央線と平行になっています。平行でない場合、「オペレータによる調整」の中の「トレース・ローテーション」を参照しながら再調整を行って下さい。

信号の表示

以上の設定によりベースライン・トレースの表示が正しく行われたら、次に実際に信号を入力します。

1．方形波ゼネレータからの出力をデュアル・カップラを用いCH1、CH2入力に接続します（図10参照）。

2．方形波ゼネレータを調整して、1kHz方形波の管面4div振幅の表示を得ます。

3．チャンネル1のPOSITIONコントロールを調整して表示を管面の中央位置に設定します。

4．必要に応じてA TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得ます。

注

A掃引にトリガをかけると、READY-TRIG'Dランプが点燈します。

5．FOCUSコントロールを、右回し、左回しいっぱいまで回します。どちらの場合でも不鮮明な表示になります。

6．FOCUSコントロールを調整して管面全体で鮮明な表示が得られるようにします。

7．チャンネル1のPOSITIONコントロールで管面から表示を外します。

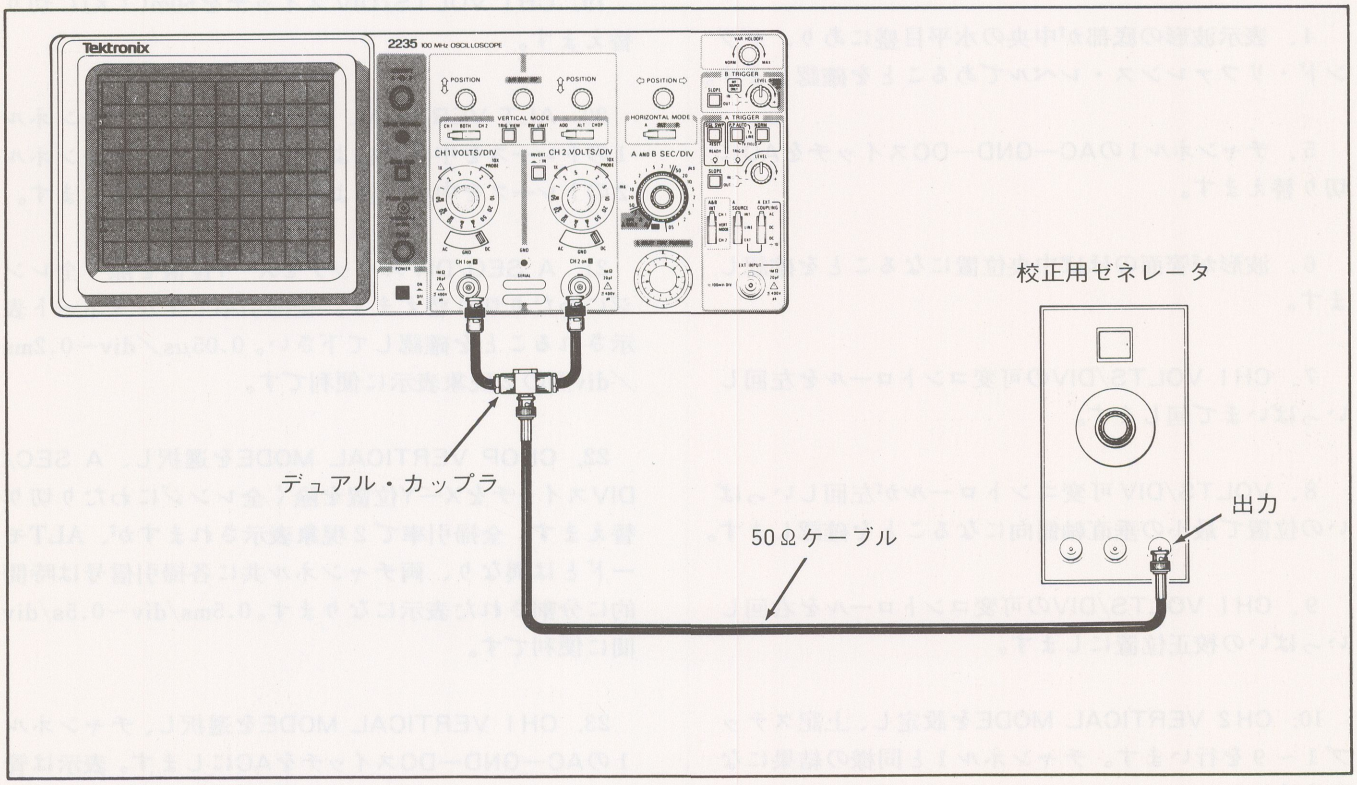


図10　基本操作の接続方法

8．BEAM FINDボタンを押すと、圧縮された表示が管面に現われます。そのままチャンネル1と水平軸のPOSITIONコントロールで表示を垂直軸、水平軸共に中央位置に設定します。BEAM FINDボタンから指を離して、表示が管面内にあることを確認します。

9．A INTENSITYコントロールを左に回し、表示を消去します。

10. BEAM FINDボタンを押すと表示が管面に再び現われてきます。BEAM FINDボタンを解除し、A INTENSITYコントロールで適当な輝度に調整し直します。

垂直軸

1．チャンネル1のAC—GND—DCスイッチをGNDにします。

2．トレースを中央の水平目盛位置に設定し、グランド・リファレンス・レベルとします。

3．チャンネル1のAC—GND—DCスイッチをDCに切り替えます。

4．表示波形の底部が中央の水平目盛にあり、グランド・リファレンス・レベルであることを確認します。

5．チャンネル1のAC—GND—DCスイッチをACに切り替えます。

6．波形が管面のほぼ中央位置になることを確認します。

7．CH1 VOLTS/DIVの可変コントロールを左回しいっぱいまで回します。

8．VOLTS/DIV可変コントロールが左回しいっぱいの位置で最小の垂直軸偏向になることを確認します。

9．CH1 VOLTS/DIVの可変コントロールを右回しいっぱいの校正位置にします。

10. CH2 VERTICAL MODEを設定し、上記ステップ1～9を行います。チャンネル1と同様の結果になります。

11. 両チャンネルのVOLTS/DIVスイッチをそれぞれ0.1(1X)にします。振幅は半分の2divになります。

12. そのままBOTHとADD VERTICAL MODEを選択すると振幅は4divになります。どちらのチャンネルのPOSITIONコントロールでも位置調整ができます。表示を管面中央に戻します。

13. チャンネル2のINVERTボタンを押します。

14. 1本の直線表示となり、2つの信号の代数和がゼロであることを示します。

15. CH2 VOLTS/DIVスイッチを50m(1X)に切り替えます。

16. 2div振幅になり代数和はゼロではありません。

17. チャンネル2のINVERTボタンをもう1度押して解除すると6div振幅の信号が表示されます。

18. 両チャンネルのAC—GND—DCスイッチをGNDにします。

19. CH1 VOLTS/DIVスイッチを50m(1X)に切り替えます。

20. ALT VERTICAL MODEを選択し、チャンネル1のトレースを中央目盛より2div上方に、チャンネル2のトレースを中央目盛より2div下方に設定します。

21. A SEC/DIVスイッチをX—Y位置を除く全レンジにわたり切り替えます。全掃引率でオルタネート表示されることを確認して下さい。0.05μs／div～0.2ms／div間の2現象表示に便利です。

22. CHOP VERTICAL MODEを選択し、A SEC/DIVスイッチをX—Y位置を除く全レンジにわたり切り替えます。全掃引率で2現象表示されますが、ALTモードとは異なり、両チャンネル共に各掃引信号は時間的に分割された表示になります。0.5ms/div～0.5s/div間に便利です。

23. CH1 VERTICAL MODEを選択し、チャンネル1のAC—GND—DCスイッチをACにします。表示は管面中央に戻しておきます。

24．A SEC/DIVスイッチを0.5msの位置まで戻します。

25．TRIG VIEWボタンを押し込みます。Aトリガ回路内のチャンネル1トリガ信号が確認できます。

注

TRIG VIEW VERTICAL MODEを使用すると、A SOURCEスイッチによって選択されたトリガ信号が管面に表示されます。トリガ信号は、A TRIGGER LEVELコントロールを調整して管面中央に設定することにより安定した表示が得られます。

26．TRIG VIEW VERTICAL MODEボタンを解除します。

水平軸

1．A SEC/DIVスイッチの設定が0.5msの時の表示波形を覚えておきます。

2．A SEC/DIVスイッチを5msに切り替え、SEC/DIVの可変コントロールつまみを引き出し、掃引率を10倍に拡大します。

3．ステップ1で得られた表示波形と同じになります。

4．水平軸POSITIONコントロールを全レンジにわたり回します。管面の表示が中央の垂直軸目盛を中心に、左右どちらにも移動することを確認します。

5．SEC/DIVの可変コントロールつまみを押し込み、1倍の掃引率に戻します。

6．A AND B SEC/DIVスイッチを0.1msに戻します。

7．VAR HOLDOFFコントロールのつまみを右回しいっぱいまでゆっくりと回します。

8．回すに従ってトレースがちらつくように見えてきます。

9．VAR HOLDOFFコントロールを左回しいっぱいのNORM位置に戻します。

10．A AND B SEC/DIVスイッチを共に0.5msに戻します。この時の表示波形を覚えておきます。

11．SEC/DIVの可変コントロールを校正(CAL)位置から外し、左回しいっぱいまで回します。

12．掃引率が、ステップ9での表示の約2.5倍まで遅くなり、それだけ管面表示のサイクル数も増えます。

13．SEC/DIVの可変コントロールを右回しいっぱいのCAL位置まで戻します。

Aトリガ

1．A TRIGGER LEVELコントロールを右回し、左回しいっぱいまで回します。コントロールの広いレンジにわたり、トリガのかかった表示が得られます。

2．A TRIGGER LEVELコントロールを中央位置に設定します。

3．A TRIGGER SLOPEスイッチをIN：⌝_位置に設定します。負方向のスロープから信号の表示がスタートすることを確認します。

4．A TRIGGER SLOPEスイッチをOUT：_⌜位置に戻します。正方向のスロープから信号の表示がスタートすることを確認します。

5．A&B INTスイッチをCH1、VERTICAL MODEスイッチをCH2、またチャンネル1のAC—GND—DCスイッチをGND位置に設定します。表示がフリーランすることを確認します。

6．チャンネル1のAC—GND—DCスイッチをACに戻します。

7．A&B INTスイッチをCH2、VERTICAL MODEスイッチをCH1、またチャンネル2のAC—GND—DCスイッチをGND位置に設定します。表示がフリーランすることを確認します。

8．チャンネル2のAC—GND—DCスイッチをAC位置、またA&B INTスイッチをCH1に戻します。

9．A TRIGGER NORMを選択します。

10. A TRIGGER LEVELコントロールを右回し、左回しいっぱいまで回します。表示にトリガのかかった時のみREADY-TRIG'Dランプが点燈することを確認します。

11. A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定した表示を得ます。

12. CH I 入力コネクタから方形波信号を取り外します。

13. A TRIGGER SGL SWPボタンを押します。

14. READY-TRIG'Dインジケータが点燈し、Aトリガ回路が単掃引表示に備えてアーミングされたことを示します。管面には何も表示されません。

15. 方形波信号をCH I 入力に再接続します。入力信号の単掃引が行われます。READY-TRIG'Dは消え、SGL SWPボタンをもう1度押してAトリガ回路をリセットするまで次の単掃引は行われません。

16. A SOURCEスイッチをEXTに設定し、CH2入力コネクタへの方形波信号を外してからEXT INPUTコネクタに接続します。

17. A TRIGGERモード・スイッチをP-P AUTOに切り替えます。

18. CH I VOLTS/DIVスイッチを0.5(I X)に設定し、方形波ゼネレータの出力を調整して4div振幅の表示を得ます。A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得たら、その時コントロールでトリガのかけられる範囲を覚えておきます。

19. A EXT COUPLINGスイッチをDC÷10に設定します。

20. トリガ信号は減衰するのでA TRIGGER LEVELコントロールでトリガをかけられる調整範囲がステップ18の時よりも狭くなることを確認します。

21. EXT INPUTコネクタへの方形波信号を外し、CH2入力コネクタに接続します。A SOURCEスイッチをINT、またA TRIGGER LEVELコントロールを中央位置に設定します。

注

A TRIGGERモードを使用するとTVラインまたはTVフィールドにトリガをかけることができます。詳しくは後述する「応用測定」の章をご参照下さい。

遅延掃引

1. B SEC/DIVスイッチを50μsに設定します。

2. ALT HORIZONTAL MODEを選択します。B TRIGGER LEVELコントロールが右回しいっぱいのB RUNS AFTER DLY位置、またB DELAY TIME POSITIONコントロールが左回しいっぱいの位置にあることを確認しておきます。

3. B INTENSITYコントロールを調整して最適なB掃引表示輝度を得ます。

4. チャンネル1のPOSITIONコントロールとA/B SWP SEPコントロールを調整して、波形の一部分が輝度変調されたA掃引を管面上方に、また輝度変調部分が管面いっぱいに拡大表示されたB遅延掃引を下方に設定します。この表示は1回の掃引ごとにA、Bの切り替わるオルタネート掃引になっています。必要に応じてA、BのINTENSITYを調整して適正な輝度表示を得ます。

5. 輝度変調部分はA掃引のスタートから約1.5divの長さになっていることを確認します。

6. B DELAY TIME POSITIONコントロールを回すと、A掃引上の輝度変調部分と、B遅延掃引が連続的に移動します。

7. B HORIZONTAL MODEを選択して、今度はB遅延掃引のみが管面に表示されていることを確認します。

8. B DELAY TIME POSITIONコントロールを回すに従って、表示が管面を連続的に移動することを確認します。B DELAY TIME POSITIONコントロールを左回しいっぱいの位置まで戻します。

9. ALT HORIZONTAL MODEを選択し、B SEC/DIVスイッチを0.5msに設定します。

Bトリガ

1．B TRIGGER LEVELコントロールを左方向に回して中央位置とし、安定表示を得ます。

2．B TRIGGER LEVELコントロールを中央位置に近づける間、A掃引上の輝度変調部分とB遅延掃引の表示が一旦消え、中央位置に設定された時に再び現われて安定表示が得られます。

3．B DELAY TIME POSITIONコントロールを全レンジにわたり回します。回すに従ってA掃引上の輝度変調部分のスタートが、表示波形のそれぞれの正方向スロープ間をジャンプするように移動します。

4．B TRIGGER SLOPEスイッチをIN：⌐L位置に設定します。負方向のスロープから輝度変調部分がスタートすることを確認します。

5．B DELAY TIME POSITIONコントロールを右方向に回すと輝度変調部分の長さが伸び、左方向に回すと逆に縮むことを確認します。

6．A HORIZONTAL MODEに戻します。

X―Yモード

1．CH1とCH2のVOLTS/DIVスイッチを両チャンネル共に1(1X)に設定し、ゼネレータの出力を調整して5div振幅の表示を得ます。

2．A SEC/DIVスイッチを左回しいっぱいの位置まで回し、X―Yモードを選択します。

3．A INTENSITYコントロールで輝度調整を行います。2つのドットが対角線的に表示されているのが確認できます。X―Y表示の垂直位置はチャンネル2のPOSITIONコントロール、水平位置は水平軸のPOSITIONコントロールで設定します。両ドット間は垂直方向、水平方向共に5divの間隔になっています。

4．CH1とCH2のVOLTS/DIVスイッチを両チャンネル共に2(1X)に設定します。両ドット間は垂直方向、水平方向共に2.5divの間隔になります。

5．A SEC/DIVスイッチを0.5msに戻し、A INTENSITYコントロールを調整して通常の輝度を得ます。

Z軸入力

1．デュアル・カップラをCH2入力から取り外し、そのカップラにBNCケーブル接続用アダプタを接続します。

2．アダプタと、後部パネルにあるZ AXIS INPUTコネクタ間を、42インチ―50ΩのBNCケーブルで接続します。

3．チャンネル1のVOLTS/DIVスイッチの設定は1(1X)とし、方形波ゼネレータの出力を調整して5div振幅の表示を得ます。

4．A INTENSITYコントロールを適度に調整すると、表示波形の上方が薄くなり、輝度変調の起きていることが確認できます。

5．2235型への接続をすべて取り外します。

周波数帯域制限

1．ゼネレータのFAST RISE正出力校正用信号を、42インチ―50ΩのBNCケーブルと50Ωターミネーションを通してCH1入力コネクタに接続します。

2．CH1 VOLTS/DIVスイッチは50m(1X)とし、ゼネレータを調整して4divの垂直表示を得ます。

3．A SEC/DIVスイッチを0.5μsに切り替え、FAST RISEの正出力信号の周波数を1MHzのレンジに設定します。さらに周波数を調整して、およそ5サイクルが表示されるようにします。

4．BW LIMIT VERTICAL MODEボタンを押すと、表示波形の立上がり部分がロールオフ状態になることが確認できます。これは、垂直軸増幅器の周波数帯域が制限されたことを示しています。

応用測定

主掃引測定

これまでの章を参考にしながら、いくつかの応用測定について説明します。なお、測定を行う前に「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」ステップ1～4の設定をしておきます。

ACピーク間電圧

注

ここに示す例は、ある2点間の電圧を測定する他の例にも応用できます。

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2．VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルにAC信号を入力します。

3．表示波形が約5div振幅になるようにVOLTS/DIVスイッチを切り替えます。VOLTS/DIVの可変コントロールが校正位置にあることを確認します。

4．A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得ます。

5．波形が数サイクル表示されるようにA SEC/DIVスイッチを切り替えます。

6．図11のⒶ点のように、垂直位置を調整して、波形の下端をいずれかの水平軸目盛線と一致させます。

7．図11のⒷ点のように、水平位置を調整して、波形の上端を垂直軸中央目盛線と一致させます。

8．Ⓐ点－Ⓑ点間の振幅を読みとります。

注

ハムやノイズのためにトレースの幅が太くなり目盛線に一致できない場合、トレース自体の上端を目盛線に一致させることにより、より正確な測定が可能になります。

9．次の式に従ってピーク間電圧を計算します。

ピーク間電圧＝振幅(div)×VOLTS/DIV の設定値×プローブの減衰比

例：図11では10：1のプローブを使用し、VOLTS/DIVの設定が0.5、振幅は4.6divになっています。従って、次のようになります。

ピーク間電圧＝4.6div×0.5V×10＝23V

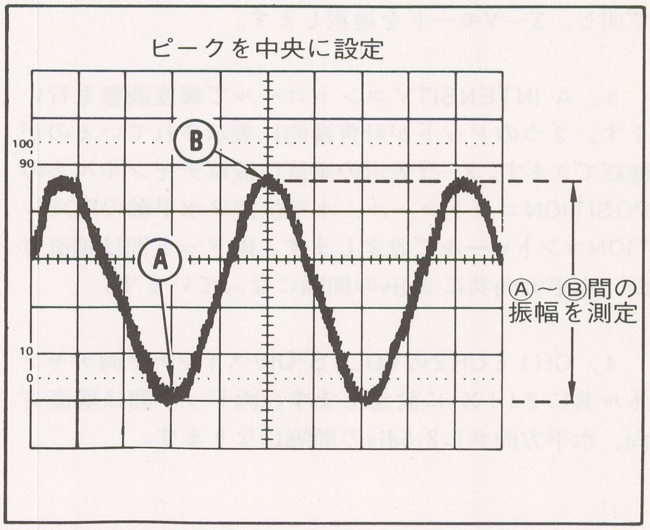


図11　ACピーク間電圧

瞬時のDC電圧

波形上の特定ポイントのＤＣレベルを測定するには次の手順で行います。

1.「基本操作」の中の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. VERTICAL MODEスイッチで設定した方のチャンネルに信号を入力します。

3. VOLTS/DIVの可変コントロールは校正位置とし、AC—GND—DCスイッチをGNDに設定します。

4. 垂直位置を調整してベースライン・トレースを中央の水平軸目盛に一致させます。

5. AC—GND—DCスイッチをDCに切り替えます。波形が管面中央より上に表示されれば正電圧、下に表示されれば負電圧になります。

注

チャンネル２を用いる場合、チャンネル２のINVERTスイッチはオフにしておきます。

6. AC—GND—DCスイッチをGNDに切り替えます。垂直位置を調整してベースライン・トレースを、基準にしたい水平軸目盛線に一致させます。例えば正電圧を測定する場合、ベースラインは１番下の目盛線に、また負電圧を測定する場合、ベースラインは１番上の目盛線に一致させます。この設定を行った後に垂直軸POSITIONコントロールを動かしてしまうと正確な測定はできません。AC—GND—DCスイッチをGND位置にすると、常にグランド・リファレンスの確認ができます。

7. AC—GND—DCスイッチをDCに切り替えます。

8. グランド以外のリファレンス・レベルから電圧を測定する場合、使っていない方のチャンネルにリファレンス・レベルの電圧を入力し、基準にしたい水平軸目盛線の位置にトレースを設定しておきます。

9. A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得ます。

10. 波形が数サイクル表示されるようにA SEC/DIVスイッチを切り替えます。

11. リファレンス・レベルから、波形上の測定したい点までの振幅を測ります（図12参照）。

12. 次の式に従って瞬時電圧のＤＣレベルを計算します。

瞬時電圧＝振幅（div）×極性（＋か－）×VOLTS/DIVの設定値×プローブの減衰比

例：図12では10：1のプローブを使用し、VOLTS/DIVの設定が２、波形はリファレンス・レベルより上にあり、スロープはプラス、振幅は4.6divになっています。従って、次のようになります。

瞬時電圧＝4.6div×（＋１）×２V/div×10
＝92V

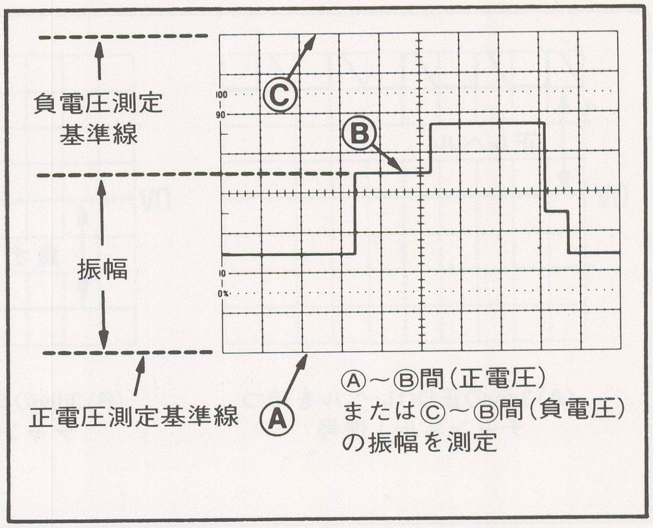


図12　瞬時DC電圧

代数和

VERTICAL MODEスイッチがBOTH、ADDの位置にある場合、チャンネル１、２への入力信号の代数和が表示されます。またチャンネル２のINVERTボタンが押し込まれた状態では両チャンネルの信号の差が表示されます。ADDモードにおける垂直軸感度は、両チャンネルのVOLTS/DIV スイッチが同じ設定の場合、その設定に従います。ADDモードは、通常、高いDCレベルに乗った信号にオフセットをかける場合などに用います。

ADDモードを使用する時には次の注意事項をお守り下さい。

a．オシロスコープの許容入力電圧を超える信号は入力しないで下さい。

b．VOLTS/DIV スイッチの設定の８倍を超える信号を入力すると表示波形に歪を生じます。例えば設定が0.5Ｖの場合、約４Ｖ以上は入力させないで下さい。

c．どちらのチャンネルのPOSITION コントロールでも垂直位置は調整できますが、それぞれのPOSITIONコントロールは、できるだけ中央位置にしておいて下さい。この位置で最も広いダイナミック・レンジが得られます。

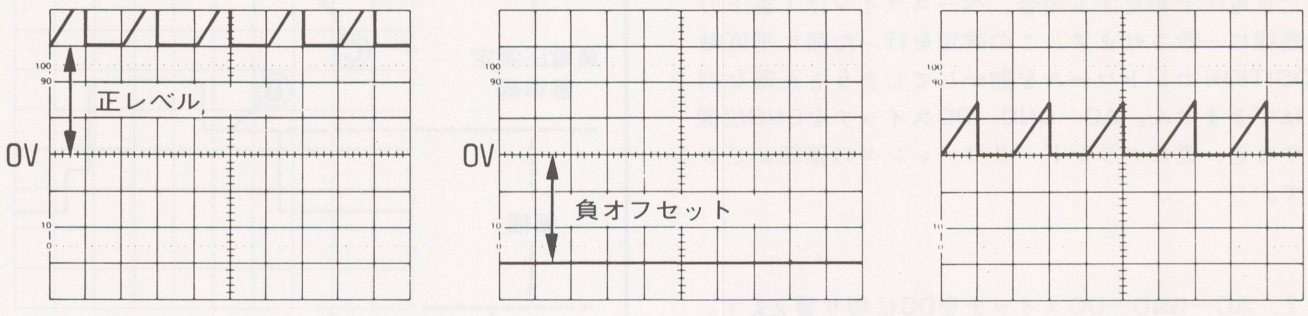
d．両チャンネルのAC—GND—DCスイッチは同じ位置にして下さい。

例：中央の水平軸目盛が０Ｖ、チャンネル１信号が＋３divのDCレベルにあります（図13Ａ参照）。

1．VOLTS/DIV スイッチの記定の３倍の値を求めます。

2．その値にあたる負のＤＣレベルをチャンネル２に入力します。チャンネル２のINVERT スイッチを使った時は正のＤＣレベルとします（図13Ｂ参照）。

3．ADD、BOTH VERTICAL MODEを選択すると信号が管面中央に表示されます（図13Ｃ参照）。



(A) 3divの正DCレベルを持つチャンネル１信号
(B) 3divの負DCオフセットをチャンネル２に入力
(C) 代数和表示

図13　代数和

同相除去

好ましくない周波数成分を含んだ信号でもADDモードを利用した同相除去で不要成分を消去し、必要成分だけを表示することができます。この測定でも前項にある「代数和」での注意事項はお守り下さい。

例：チャンネル１入力コネクタに接続した信号に、不要なAC電源周波数成分が含まれています。

1.「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. 不要な電源周波数成分を含んだ信号をチャンネル１入力に接続します(図14A参照)。

3. チャンネル２入力に電源周波数信号を接続します。

4. BOTH、ALT VERTICAL MODEを選択し、チャンネル２のINVERTボタンを押します。

5. チャンネル２のVOLTS/DIVスイッチと可変コントロールを調整して、チャンネル２の表示が不要成分を含んだチャンネル１の表示とほぼ同じ振幅になるように設定します(図14A参照)。

6. ADD VERTICAL MODEを選択し、チャンネル２のVOLTS/DIV 可変コントロールを再調整すると、不要な信号成分がほとんど消去されます(図14B参照)。

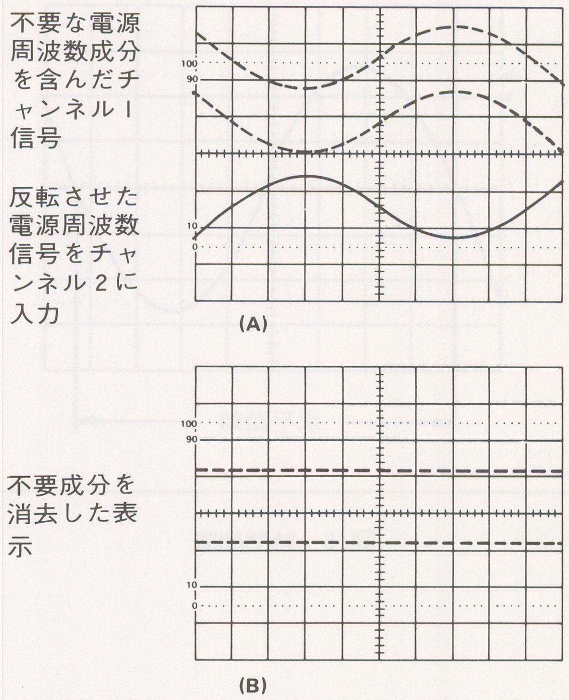


図14 同相除去

時間間隔

波形上の２点間の時間を測定する際は、次の手順に従います。

1.「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. VERTICAL MODEスイッチで設定した方のチャンネルに信号を入力します。

3. A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得ます。

4. 波形の１周期分が完全に表示されるように、A SEC/DIVスイッチを切り替えます。SEC/DIV 可変コントロールは校正位置とします。

5. 時間間隔測定用の２つの測定ポイントを中央の水平軸目盛上に設定します(図15参照)。

6. 測定ポイント間の水平距離を測ります。

7. 次の式に従って時間間隔を計算します。

$$時間間隔=\frac{水平距離(div)\times A\ SEC/DIV の設定}{水平軸拡大率}$$

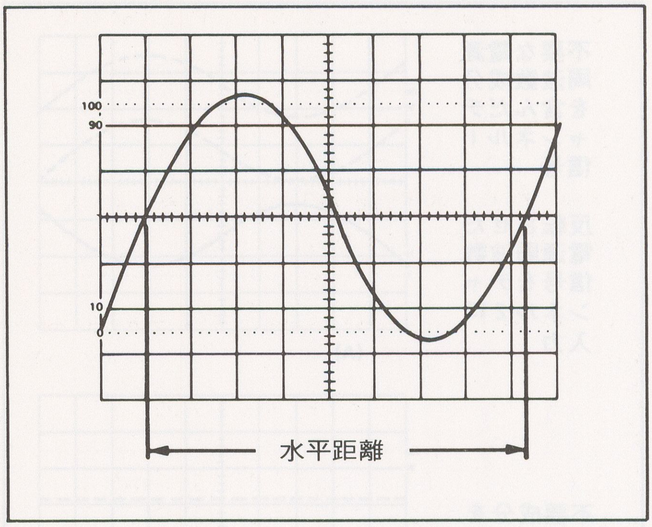


図15　時間間隔

例：図15では水平軸拡大率は1、A SEC/DIV スイッチは2 msの設定で、水平距離は8.3divとします。従って、次のようになります。

時間間隔＝8.3div× 2 ms／div＝16.6ms

周波数

時間間隔の測定を利用して周波数測定も行えます。

1．前項の「時間間隔」の測定を行います。

2．測定結果から繰り返し信号の周波数が計算できます。

例：図15では時間間隔が16.6msなので次のようになります。

$$\text{周波数} = \frac{1}{\text{時間間隔}} = \frac{1}{16.6\text{ms}} = 60\text{Hz}$$

立上がり時間

立上がり時間も時間間隔と同じ方法で測定できます。管面の左端に刻まれた％表示を利用して行います（図16参照）。立下がり時間も同様な方法で測定できます。

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

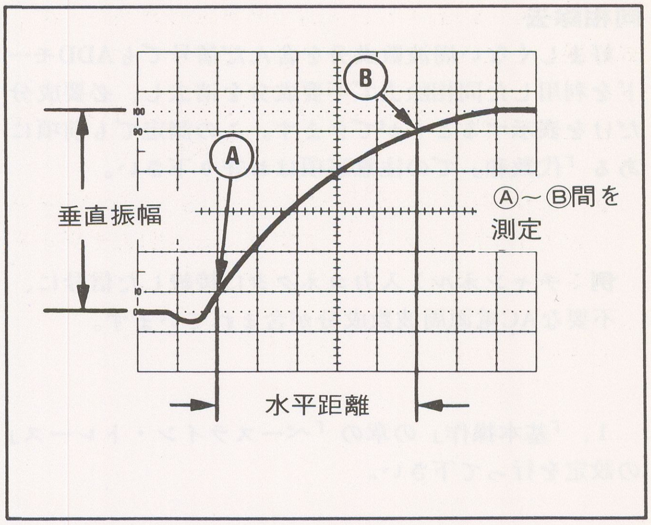


図16　立上がり時間

2．VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルに5div丁度の信号を入力します。VOLTS/DIV 可変コントロールは校正位置とします。

注

0.2μsより速い立上がり時間の場合、5div丁度の表示を得るため、VOLTS/DIV 可変コントロールを用いることもあります。

3．A TRIGGER SLOPE スイッチはOUT：⨍（プラス）とし、できれば数サイクルまたは数イベントの表示が得られるように掃引率を設定します。

4．垂直位置を調整して波形の下端を0％目盛に、上端を100％目盛に一致させると、10％と90％ 目盛にあたる部分が測定ポイントになります（図16参照）。

5．測定ポイント間が、できるだけ広がった表示になるようにA SEC/DIV スイッチを切り替えます。

6．水平位置を調整して10％測定ポイントを、左端から3番目の垂直軸目盛位置に設定します（図16 Ⓐ 参照）。

7．10%～90%ポイント間の水平距離を測り、次の式に従って立上がり時間を計算します。

$$立上がり時間=\frac{水平距離(div)\times A\ SEC/DIVの設定}{水平軸拡大率}$$

例：図16では水平軸拡大率は1、A SEC/DIVスイッチは1 μs/divの設定で、測定ポイント間の水平距離は5 divとします。従って、次のようになります。

$$立上がり時間=\frac{5\ div\times 1\ \mu s/div}{1}=5\ \mu s$$

2つのパルス間の時間差

校正された掃引率と2現象表示により、2つの異なる信号間の時間差を測ることができます。次の手順に従って下さい。

1．「基本操作」の中の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2．A TRIGGER SOURCEスイッチをCH 1に切り替えます。

3．入力信号に応じて、両チャンネルのAC—GND—DCスイッチは同じ位置にします。

4．同じ長さのケーブルかプローブを用いて、基準となる信号をチャンネル1に、また比較したい信号をチャンネル2に入力します。

5．両チャンネルのVOLTS/DIV スイッチを切り替えて、それぞれ4 divまたは5 div振幅に設定します。

6．BOTH VERTICAL MODEを選択し、入力信号の周波数により、さらにALTまたはCHOPを選択します。

7．両チャンネルの信号の極性が逆の場合、チャンネル2のINVERTスイッチを押して、チャンネル2表示を反転させます。180度の位相差が生じるので、最後の計算の際、考慮に入れて下さい。

8．A TRIGGER LEVELコントロールを調整して安定表示を得ます。

9．A SEC/DIV スイッチを切り替えて、2つの測定ポイント間の水平距離が3 div以上になるように掃引率を設定します(図17参照)。

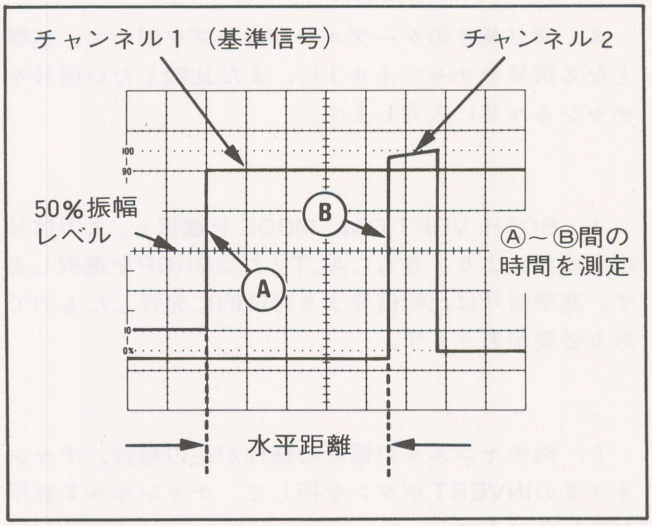


図17　2つのパルス間の時間差

10．2つの測定ポイント間の水平距離を測り、次の式に従って時間差を計算します。

$$時間差=\frac{A\ SEC/DIV の設定\times 水平距離(div)}{水平軸拡大率}$$

例：図17ではA SEC/DIV スイッチの設定が50μs、X10拡大器つまみが引き出された位置にあり、水平距離は4.5divとします。従って、次のようになります。

$$時間差=\frac{50\mu s/div\times 4.5div}{10}=22.5\mu s$$

位相差

前項の「2つのパルス間の時間差」測定と同様に2現象表示を利用して、同じ周波数の2つの信号間の位相の比較が行えます。周波数帯域内の信号であれば位相差がこの方法で測定できます。次の手順に従って下さい。

1.「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行ってから、A TRIGGER SOURCE スイッチをCH 1に切り替えます。

2. 入力信号に応じて、両チャンネルのAC—GND—DC スイッチは同じ位置にします。

3. 同じ長さのケーブルかプローブを用いて、基準となる信号をチャンネル1に、また比較したい信号をチャンネル2に入力します。

4. BOTH VERTICAL MODEを選択し、入力信号の周波数により、さらにALTまたはCHOPを選択します。基準信号は比較信号より時間的に先行したものである必要があります。

5. 両チャンネルの信号の極性が逆の場合、チャンネル2のINVERTボタンを押して、チャンネル2表示を反転させます。

6. 両チャンネルのVOLTS/DIV スイッチと可変コントロールを調整して2つの表示を同じ振幅にします。

7. A TRIGGER LEVEL コントロールを調整して安定表示を得ます。

8. A SEC/DIV スイッチを切り替えて、1サイクル分の波形表示が得られるように掃引率を設定します。

9. 基準信号の1サイクルが、中央の水平軸目盛で8divになるように位置を設定し、A AND B SEC/DIV可変コントロールを調整します(図18参照)。1サイクル(360度)が8divなので、水平軸校正目盛は45度/divになります。

10. 水平軸目盛の中央線に両波形が一致した2つの測定ポイント間の水平距離を測り、次の式に従って位相差を計算します。

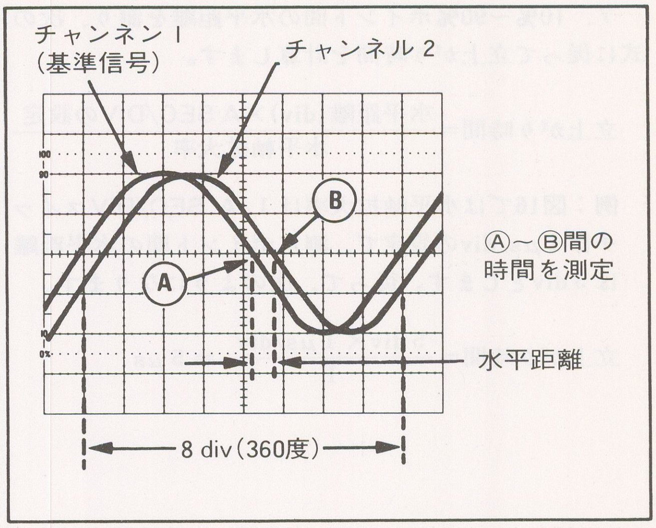


図18　位相差

位相差＝水平距離(div)×水平軸校正目盛(度/div)

例：**図18**では水平距離が0.6div、校正目盛は45度／divなので、次のようになります。

位相差＝0.6div×45度／div＝27度

SEC/DIV 可変コントロールの設定は変えずにX10拡大器を利用して、より正確な測定が可能になります。

例：X10拡大器を引き出して掃引率を10倍に拡大すると、水平軸校正目盛は45度／divを10で割った4.5度／divになります。**図19**は**図18**の信号を拡大表示したものです。2信号間の水平距離が6divになっていることが確認できます。従って、次のようになります。

位相差＝6div×4.5度／div＝27度

振幅の比較

VOLTS/DIV スイッチの設定値以外の垂直軸感度を設定する必要が生じる場合があります。未知の振幅の信号を、振幅の解っている基準信号と比較する場合などです。まずVOLTS/DIV スイッチと可変コントロールを調整して、基準信号の振幅を垂直軸目盛の丁度の数になるように設定します。未知の振幅の信号は可変コントロールに触れることなく、基準信号との比較により迅速、正確に測定できます。次の手順に従って下さい。

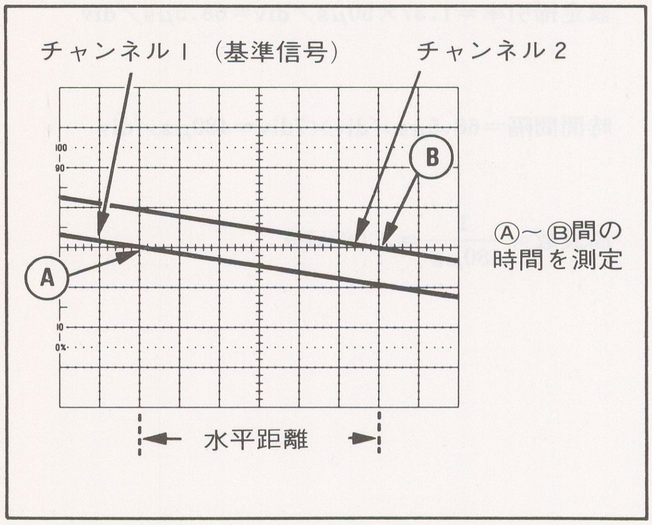


図19　高分解能位相差

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2．VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルに基準信号を入力します。

3．VOLTS/DIV スイッチと可変コントロールを調整して、基準信号の振幅を垂直軸目盛の丁度の数になるように設定します。

4．基準信号の振幅は解っているので、まず次の式に従って垂直換算係数を計算します。

$$垂直換算係数=\frac{基準信号振幅(V)}{垂直表示(div)\times VOLTS/DIVの設定}$$

5．基準信号と未知の信号とを入れ替えて入力します。VOLTS/DIV スイッチを切り替えて、垂直表示が管面に十分収まるように設定します。VOLTS/DIV 可変コントロールは決して動かさないで下さい。

6．次の式に従って新たに設定した垂直軸感度を計算します。

設定感度＝垂直換算係数×VOLTS/DIV の設定

7．次の式に従って未知の信号の振幅を計算します。

振幅＝ステップ6の設定感度×垂直表示(div)

例：VOLTS/DIVスイッチの設定は5、VOLTS/DIV可変コントロールを調整して振幅30Vの信号を4divの垂直表示に設定します。まず次の式に従って垂直換算係数を計算します。

$$垂直換算係数=\frac{30V}{4div\times 5V/div}=1.5$$

未知信号は、VOLTS/DIV スイッチの設定が1、垂直表示が5divになっています。従って次のようになります。

設定感度＝1.5×1V／div＝1.5V／div

振幅＝1.5V／div×5div＝7.5V

時間の比較

前項の「振幅の比較」と同様に、未知信号と基準信号との時間の比較がたやすく正確に行えます。まずA SEC/DIV スイッチとSEC/DIV 可変コントロールで、基準信号の時間間隔を水平軸目盛の丁度の数になるように設定します。未知信号の時間はSEC/DIV 可変コントロールに触れることなく、基準信号との比較により測定できます。次の手順に従って下さい。

1．A SEC/DIV スイッチとSEC/DIV 可変コントロールにより、基準信号の時間間隔を水平軸目盛の丁度の数になるように設定します。

2．基準信号の時間間隔は解っているので、まず次の式に従って水平換算係数を計算します。

$$水平換算係数=\frac{基準信号時間間隔(s)}{水平距離(div)\times A\ SEC/DIVの設定}$$

3．基準信号と未知信号とを入れ替えて入力します。A SEC/DIV スイッチを切り替えて、信号が測定に最適な水平距離で表示されるように設定します。SEC/DIV可変コントロールは決して動かさないで下さい。

4．次の式に従って新たに設定した掃引率を計算します。

設定掃引率＝水平換算係数×A SEC/DIV の設定

5．次の式に従って未知信号の時間間隔を計算します。

時間間隔＝ステップ４の設定掃引率×水平距離(div)

6．周波数は時間間隔の逆数になります。

例：基準信号の時間間隔は2.19ms、A SEC/DIV スイッチの設定は0.2ms、水平距離はSEC/DIV 可変コントロールの調整により８div に設定されています。まず次の式に従って水平換算係数を計算します。

$$水平換算係数=\frac{2.19ms}{8div\times 0.2ms/div}=1.37$$

未知信号は、A SEC/DIV スイッチの設定が50μs、１サイクルが７divの水平距離になっています。従って次のようになります。

設定掃引率＝1.37×50μs／div＝68.5μs／div

時間間隔＝68.5μs／div×7div＝480μs／div

$$周波数=\frac{1}{480\mu s}=2.083kHz$$

TVライン信号

ＴＶライン信号を表示させるには次の方法で行います。

1．「基本操作」の章の設定を行い、NORM／TV LINE A TRIGGER モードを選択します。

2．VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルにＴＶ信号を入力します。

3．VOLTS／DIV スイッチを回して0.3div 以上のコンポジット・ビデオ信号を表示させます。

4．A SEC/DIV スイッチを10μsに切り替えます。

5．A TRIGGER SLOPE スイッチは、ＴＶ信号のシンク・パルスの極性に従ってOUT：⌐またはIN：⌙のどちらかを設定します。

注

ＴＶライン信号をさらに詳しく観測するためには、Ｘ10拡大器や遅延掃引拡大機能を利用すると便利です。

TVフィールド信号

ＴＶフィールド信号の表示は次の方法で行います。

1.「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. P—P AUTOボタンとNORM/TV LINEボタンとを同時に押し込んでTV FIELDを選択し、A SEC/DIV スイッチは2 msに切り替えます。

3. 1つのフィールドを表示させるには、VERTICAL MODEスイッチで設定した方のチャンネルにＴＶ信号を入力します。

4. VOLTS/DIV スイッチを回して2.5div以上のコンポジット・ビデオ信号を表示させます。

5. A TRIGGER SLOPEスイッチは、ＴＶ信号のシンク・パルスの極性に従ってOUT：⎾またはIN：⏋を設定します。

6. 表示フィールドの切り替えを行うには、表示させたいフィールドが現われるまでAC—GND—DCスイッチのGNDからACへの切り替えを繰り返し、トリガ信号をわずかの間、遮断させます。

注

ＴＶフィールド信号をさらに詳しく観測するためには、Ｘ10拡大器や遅延掃引拡大機能を利用すると便利です。

7. 選択された水平ラインを表示させるには、まず垂直（フィールド）シンク・パルスで掃引にトリガをかけ、次に「遅延拡大掃引」のステップ5から7までを実行します。選択された水平ラインの拡大が行え、より正確な観測が行えます。この方法は垂直インターバル・テスト信号(VITS)を観測する際に便利です。

8. フィールド1またはフィールド2を別々に表示させるには、CH 1およびCH 2入力にTV信号を接続し、BOTH—ALT VERTICAL MODEを選択します。

9. A SEC/DIV スイッチを回して、1つのフルフィールド以下の表示しか得られないような、より速い掃引率を設定します。チャンネル1に対して1つのフィールドが、またチャンネル2に対してもう1つのフィールドが同期します。

遅延掃引による拡大

遅延掃引を利用してＸ10拡大器機能以上の掃引拡大率が得られます。この拡大表示は、Ａ掃引率で決まるＡトレース上のある一部分を、より速いＢ掃引率で掃引させた、見かけ上の拡大掃引です。Ｂ掃引は、各Ａ掃引ごとに1回ずつ行われるので、A SEC/DIV スイッチの設定によりＢ掃引の表示回数が決まり、それぞれのＢ掃引間の時間もＡ掃引の時間間隔により決まることになります。

Ａ掃引上のＢ掃引部分は輝度変調された表示となり、その位置（Ａ掃引スタートからＢ掃引スタートまでの設定時間）はB DELAY TIME POSITIONコントロールで可変できます。ALT またはBのHORIZONTL MODE を選択するとB DELAY TIME POSITION コントロールでＢ掃引スタート位置を連続的に可変できます。このコントロールは、Ｂ掃引部分をＡ掃引上のどの位置にも移動できるだけの十分な範囲を持っています。ALT HORIZONTAL MODEが選択されていると、B SEC/DIVスイッチの設定によりＢ掃引率が決まり、同時にＡトレース上の輝度変調部分の長さも決まります。

遅延掃引による拡大では、表示にパルス・ジッタと呼ばれる、わずかな水平方向の動きを伴うことがあります。パルス・ジッタにはトリガ回路で発生するものもあれば、入力信号に含まれるものもあります。パルス・ジッタの測定についてはこの項の後半の「パルス・ジッタ時間測定」をご参照下さい。

遅延拡大掃引

B TRIGGER LEVEL をB RUNS AFTER DELAY位置にした場合の拡大方法です。

1.「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2. VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルに信号を入力します。

3. 約2～3 divの振幅になるようにVOLTS/DIV スイッチを切り替えます。表示は管面のほぼ中央に設定します。

4. 少なくとも1サイクル分が表示されるようにA SEC/DIV スイッチを切り替えます。

5．ALT HORIZONTAL MODEを選択します。設定したチャンネルのPOSITION コントロールとA/B SWP SEPコントロールを調整して、Aトレースは中央水平軸目盛より上に、Bトレースは下に設定します。

6．B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して、輝度変調部分のスタートを、拡大したい位置まで移動します(図20参照)。

7．Aトレース上の拡大したい部分がすべて輝度変調されるようにB SEC/DIV スイッチを設定します。輝度変調部分がB掃引になります(図20参照)。A掃引上の輝度変調部分を拡大するにはB HORIZONTAL MODEも使われます。

8．次の式に従って、見かけ上の掃引拡大率を計算します。

$$\text{見かけ上の遅延掃引拡大率} = \frac{\text{A SEC/DIVの設定}}{\text{B SEC/DIVの設定}}$$

例：A SEC/DIV スイッチが0.1ms、B SEC/DIVスイッチが1 μsの設定とすると、次のようになります。

$$\text{見かけ上の拡大率} = \frac{1\times10^{-4}\text{s}}{1\times10^{-6}\text{s}} = 10^2 = 100$$

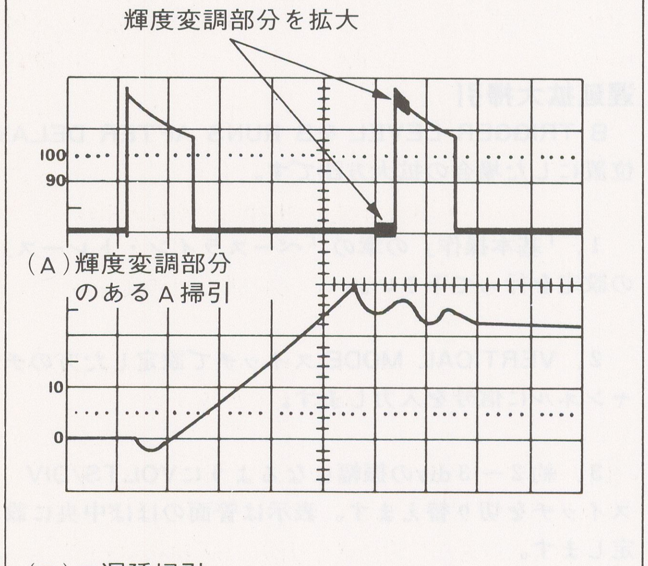


図20　遅延拡大掃引

パルス・ジッタ時間測定

1．「遅延拡大掃引」のステップ1～7を行います。

2．図21を参照しながら、ポイントⒶ～Ⓑ間の水平距離を測り、次の式からパルス・ジッタ時間を計算します。

パルス・ジッタ＝Ⓐ～Ⓑ間の水平距離(div)
×B SEC/DIVの設定

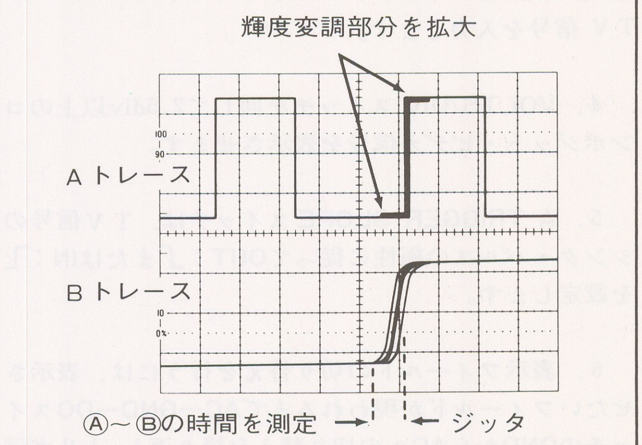


図21　パルス・ジッタ

トリガ拡大掃引

B TRIGGER LEVELでB掃引にトリガをかけた場合の拡大方法です。遅延表示は各掃引ごとに同ポイントからトリガされるため、より安定した表示が得られます。

1．「遅延掃引拡大」のステップ1～7を行います。

注

ALT HORIZONTAL MODE表示での輝度変調部分は、B DELAY TIME POSITIONコントロールを回すに従って、各トリガ・ポイント間をジャンプするように移動します。

2．B TRIGGER LEVELコントロールを調整してA掃引上の輝度変調部分を安定表示させます。

3．見かけ上の拡大率は「遅延拡大掃引」のステップ８と同じ式で計算できます。

遅延掃引時間測定

ALTまたはBのHORIZONTAL MODEを選択するとA HORIZONTAL MODEの時よりも、高精度の時間測定が行えます。次の手順に従って測定を行います。

連続パルスの繰り返し時間

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2．VERTICAL MODEスイッチで設定した方のチャンネルに信号を入力します。

3．約２～３ divの振幅になるようにVOLTS/DIVスイッチを切り替えます。

4．測定したい箇所が管面に収まるようにA SEC/DIVスイッチを設定します。

5．ALT HORIZONTAL MODEを選択します。設定したチャンネルのPOSITIONコントロールとA/B SWP SEPコントロールを調整して、Aトレースは中央水平軸目盛より上に、Bトレースは下に設定します。

6．最も精度の高い測定を行うためにB SEC/DIVスイッチは、輝度変調部分が見える限り最も速い掃引率とします。

7．B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して、輝度変調部分をAトレース上の最初のパルスの前縁に設定し、さらにBトレース上の立上がり部分が垂直軸目盛のいずれかと一致するように微調整を行います(**図22**参照)。

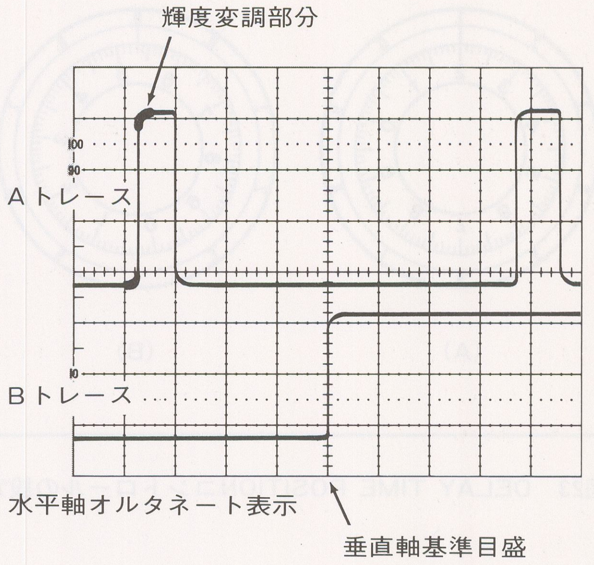


図22　連続パルスの繰り返し時間

8．B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します(**図23**図Ⓐ点参照)。

9．B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して、輝度変調部分をAトレース上の２番目のパルスの前縁に設定し、さらにBトレース上の立上がり部分がステップ７での垂直軸目盛と一致するように微調整を行います。

10．B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します(**図23**Ⓑ点参照)。

11．次の式に従って繰り返し時間を計算します。

時間差＝ステップ10の測定値－ステップ８の設定値×A SEC/DIVスイッチの設定

例：A SEC/DIVスイッチの設定が0.2ms、B DELAY TIME POSITIONダイアルの設定がそれぞれ1.20(Ⓐ点)と9.53(Ⓑ点)とします(**図23**参照)。従って、次のようになります。

時間差＝(9.53－1.20)×0.2ms＝1.666ms

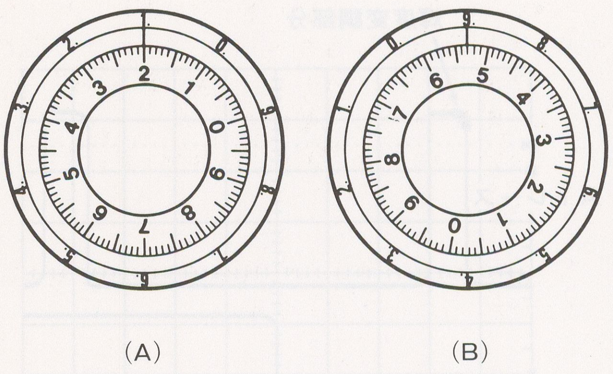


図23　DELAY TIME POSITIONコントロールの設定

立上がり時間

立上がり時間も繰り返し時間と同じ方法で測定できます。管面の左端に刻まれた%表示を利用して行います。立下がり時間も同様な方法で測定できます。

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

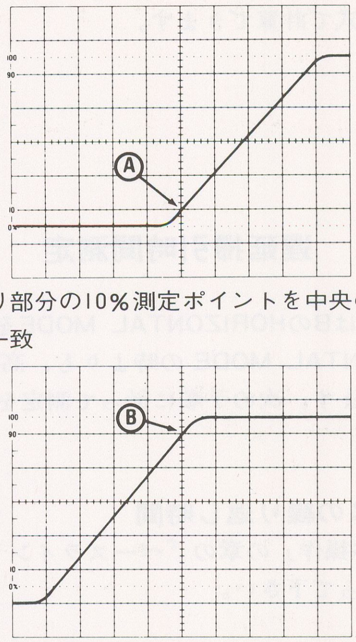
2．VERTICAL MODE スイッチで設定した方のチャンネルに5div丁度の信号を入力します。VOLTS/DIV可変コントロールは校正位置とします。

注

0.2μsより速い立上がり時間の場合、5div丁度の表示を得るため、VOLTS/DIV可変コントロールを用いることもあります。

3．垂直位置を調整して、波形の下端を0%目盛に、上端を100%目盛に一致させると、10%と90%目盛にあたる部分が測定ポイントになります(図24参照)。

4．A SEC/DIVスイッチを切り替えて、波形を1つだけ表示させます。A AND B SEC/DIV可変コントロールは校正位置とします。



立上がり部分の10%測定ポイントを中央の垂直軸目盛に一致

立上がり部分の90%測定ポイントを中央の垂直軸目盛に一致

図24　立上がり時間（遅延掃引利用）

5．ALT HORIZONTAL MODEを選択し、測定ポイント間ができるだけ広がった表示になるようにB SEC/DIVスイッチを設定します。

6．B HORIZONTAL MODEを選択します。B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して表示が中央の垂直軸目盛線の10%測定ポイントと交差する位置に設定します(図24Ⓐ参照)。

7．B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します。

8．B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して、表示が中央の垂直軸目盛線の90%測定ポイントと交差する位置に設定します(図24Ⓑ参照)。

9．B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します。

10．前項の「連続パルスの繰り返し時間」測定と同じ式を使って立上がり時間を計算します。

例：A SEC/DIV スイッチの設定が1 μs、Ⓐ点の目盛が2.50、Ⓑ点の目盛が7.50とします。従って、次のようになります。

$$立上がり時間 = (7.50 - 2.50) \times 1\ \mu s = 5\ \mu s$$

2つのパルス間の時間差

1．「基本操作」の章の「ベースライン・トレース」の設定を行って下さい。

2．同じ長さのケーブルかプローブを用いて、基準となる信号をチャンネル1に、また比較したい信号をチャンネル2に入力します。

3．両チャンネルのVOLTS/DIV スイッチを切り替えて、それぞれ2～3div振幅の表示を得ます。

4．BOTH VERTICAL MODEを選択し、入力信号の周波数により、さらにALTまたはCHOPを選択します。

5．測定したい箇所が管面に収まるようにA SEC/DIVスイッチを設定します。

6．ALT HORIZONTAL MODEとCH1 VERTICAL MODEを選択します。チャンネル1のPOSITIONコントロールとA/B SWP SEPコントロールを調整して、Aトレースは中央水平軸目盛より上に、Bトレースは下に設定します。

7．B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整して、輝度変調部分をAトレース上の最初のパルスの前縁に設定し、さらにBトレース上の立上がり部分が垂直軸目盛のいずれかと一致するように微調整を行います(図25Ⓐ参照)。

8．B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します。

9．CH2 VERTICAL MODEを選択し、チャンネル2のPOSITIONコントロールとA/B SWP SEPコントロールで、必要に応じてAトレースを上方に、Bトレースを下方に設定します。

10. B DELAY TIME POSITIONコントロールを調整してBトレースに表示されたチャンネル2のパルスの前縁を、ステップ7と同じ垂直軸の基準ポイントに設定します(図25Ⓑ)。もし2つ以上のパルスが表示されている場合、Aトレース上の輝度変調部分が、測定しようとするパルスに正確に位置しているかどうかを確認します。水平軸のPOSITIONコントロールは動かさないで下さい。

11. B DELAY TIME POSITIONコントロール・ダイアルの設定目盛を記録します。

12. 前々項の「連続パルスの繰り返し時間」測定と同じ式を使ってチャンネル1、チャンネル2のパルス間の時間差を計算します。

例：A SEC/DIVスイッチの設定が50μs、チャンネル1の基準パルスに対するダイアル目盛が2.60、チャンネル2の比較パルスに対するダイアルの目盛が7.10とします。

$$時間差 = (7.10 - 2.60) \times 50\mu s = 225\mu s$$

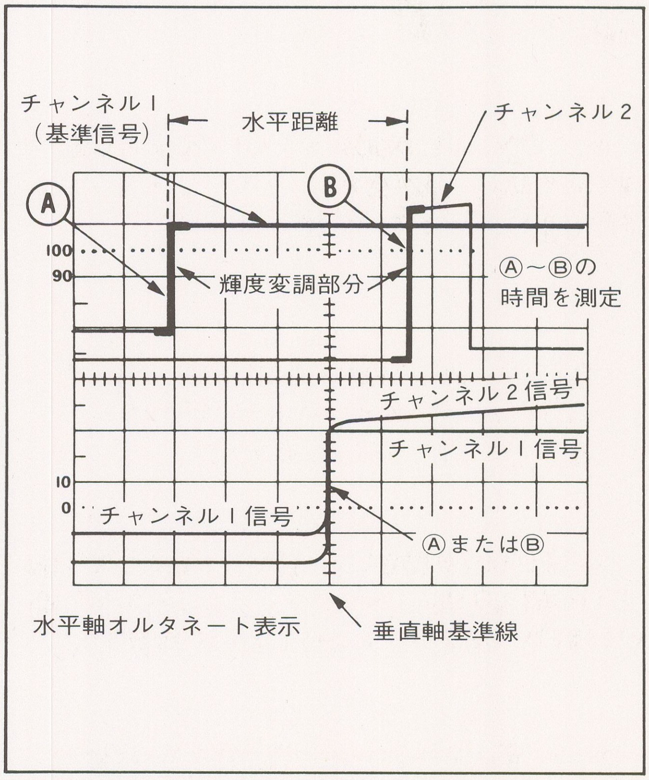


図25　2つのパルス間の時間差（遅延掃引利用）

SONY Tektronix ソニー・テクトロニクス

ソニー・テクトロニクス株式会社
東京営業所／東京都品川区北品川5-9-31 〒141 TEL 03・448-4661
仙台営業所／仙台市一番町1-1-30 やまと生命仙台ビル 〒980 TEL 0222・67-2181
土浦営業所／土浦市桜町1-16-12 住友生命土浦ビル 〒300 TEL 0298・24-2602
多摩営業所／国立市富士見台2-45-10 〒186 TEL 0425・73-2111
厚木営業所／厚木市旭町1-8-14 グリーン会館 〒243 TEL 0462・28-6768
名古屋営業所／名古屋市中村区名駅三丁目21-7 三交ビル 〒450 TEL 052・581-3547
大阪営業所／大阪市東区京橋3-37 大阪大林ビル 〒540 TEL 06・947-0321
福岡営業所／福岡市博多区博多駅前3-2-1 日本生命博多駅前ビル 〒812 TEL 092・472-2626